

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 633 643**

51 Int. Cl.:

H02J 7/00 (2006.01)

H01M 10/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2006 E 06025817 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.04.2017 EP 1821384**

54 Título: **Cargador de baterías de conmutación programable**

30 Prioridad:

16.02.2006 US 356594

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

22.09.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HUSSAIN, M. ABID;
PAPARRIZOS, GEORGIOS KONSTANTINOS y
ADKINS, KENNETH C.**

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 633 643 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

Cargador de baterías de conmutación programable

5 ANTECEDENTES

La presente invención se refiere a cargadores de baterías, y en particular, a sistemas y procedimientos de carga de baterías de conmutación.

10 Las baterías se han usado durante mucho tiempo como una fuente de potencia para dispositivos electrónicos móviles. Las baterías proporcionan energía en la forma de corrientes y voltajes eléctricos que permiten a los circuitos funcionar. Sin embargo, la cantidad de energía almacenada en una batería es limitada, y las baterías pierden potencia cuando los dispositivos electrónicos están en uso. Cuando el suministro de energía de una batería se agota, el voltaje de la batería comenzará a caer desde su voltaje nominal, y el dispositivo electrónico que depende
15 de la batería para la potencia ya no funcionará correctamente. Dichos umbrales serán diferentes para diferentes tipos de dispositivos electrónicos.

Muchos tipos de baterías se diseñan para un solo uso. Dichas baterías se desechan después de que la carga se agota. Sin embargo, algunas baterías se diseñan para ser recargables. Las baterías recargables típicamente requieren algún tipo de sistema de carga de baterías. Sistemas de carga de baterías típicos transfieren potencia desde una fuente de alimentación, tal como un enchufe de pared de CA, a la batería. El proceso de recarga típicamente incluye procesamiento y acondicionamiento de voltajes y corrientes desde la fuente de alimentación de tal manera que los voltajes y corrientes suministrados a la batería cumplan las especificaciones de carga de la batería particular. Por ejemplo, si los voltajes o corrientes suministrados a la batería son demasiado grandes, la
20 batería puede dañarse o incluso explotar. Por otro lado, si los voltajes o corrientes suministrados a la batería son demasiado pequeños, el proceso de carga puede ser muy ineficiente o completamente ineficaz. El uso ineficiente de la especificación de carga de la batería puede conducir a tiempos de carga muy largos, por ejemplo. De forma adicional, si el proceso de carga no se lleva a cabo de forma eficiente, la capacidad de las celdas de la batería (por ejemplo, la cantidad de energía que la batería puede contener) puede no optimizarse. Por otra parte, una carga ineficiente puede afectar a la vida útil de la batería (es decir, el número de ciclos de carga/descarga disponibles de una batería en particular). Más aún, una carga ineficiente puede ser consecuencia del cambio de las características de la batería con el tiempo. Estos problemas se agravan por el hecho de que las características de la batería, incluyendo los voltajes y las corrientes de recarga especificados de una batería, pueden ser diferentes de una
25 batería a otra.

Los cargadores de baterías existentes son típicamente sistemas estáticos. El cargador se configura para recibir potencia desde una fuente particular y proporcionar voltajes y corrientes a una batería particular basándose en la especificación de carga de la batería. Sin embargo, la inflexibilidad de los cargadores existentes da lugar a muchas de las ineficiencias y problemas descritos anteriormente. Sería muy ventajoso tener sistemas y procedimientos de
30 carga de baterías que fuesen más flexibles que los sistemas existentes o incluso adaptables a baterías particulares o al entorno de carga de la batería cambiante. Así pues, hay una necesidad de sistemas y procedimientos de cargadores de baterías mejorados que mejoren la eficiencia del proceso de carga de la batería.

El documento EP1416605 divulga un procedimiento para cargar una batería usando un regulador de conmutación, en el que un suministro de corriente constante se aplica a la batería durante un primer periodo de tiempo, y un suministro de voltaje constante se aplica durante un segundo periodo de tiempo. El documento US2004090209 divulga una carga de corriente constante y voltaje constante para una batería, en la que el voltaje constante se suministra hasta que la corriente de la batería alcanza un valor predeterminado. 25

50 SUMARIO

La presente invención soluciona estos y otros problemas proporcionando un cargador de baterías de conmutación programable de acuerdo con la reivindicación independiente 36 y un procedimiento de carga de una batería de acuerdo con la reivindicación independiente 1. Los modos de realización de la presente invención incluyen técnicas para cargar una batería usando un regulador de conmutación. Algunos modos de realización incluyen cargadores de baterías de conmutación programables que se pueden configurar usando técnicas digitales. Otros modos de realización incluyen cargadores de baterías de conmutación que modifican la corriente de la batería basándose en condiciones de circuito detectadas tales como voltaje de la batería o corriente de entrada al regulador de conmutación.

60 En un modo de realización, la presente invención incluye un cargador de baterías de bus serie universal (USB) que comprende un regulador de conmutación que tiene al menos un transistor de conmutación, con el transistor de conmutación teniendo una primera entrada y una primera salida, en el que la primera entrada del transistor de conmutación se acopla a una fuente de alimentación USB, un filtro que tiene una primera entrada y una primera salida, en el que la primera entrada del filtro se acopla a la primera salida del transistor de conmutación, y una batería acoplada a la primera salida del filtro, en el que el regulador de conmutación se configura para recibir un

voltaje del USB, y de acuerdo con el mismo, generar una señal de conmutación en el terminal de control del transistor de conmutación, y en el que una corriente de conmutación y un voltaje de conmutación en la salida del transistor de conmutación se acoplan a través del filtro para generar una corriente filtrada y un voltaje filtrado para cargar la batería.

5 En un modo de realización, el voltaje filtrado se detecta mediante un controlador de voltaje para controlar la señal de conmutación en el terminal de control del transistor de conmutación.

10 En un modo de realización, el controlador de voltaje incluye una primera entrada acoplada a un elemento de almacenamiento de datos programable, una segunda entrada acoplada a al menos una entrada de detección de voltaje, y una salida acoplada a la entrada de control del transistor de conmutación, en el que el elemento de almacenamiento de datos programable configura el controlador de voltaje para generar un voltaje programado en dicha batería si el voltaje en dicha batería está por encima del primer umbral.

15 En un modo de realización, la corriente filtrada se detecta mediante un controlador de corriente para controlar la señal de conmutación en el terminal de control del transistor de conmutación.

20 En un modo de realización, el controlador de corriente incluye una primera entrada acoplada a un elemento de almacenamiento de datos programable, una entrada de realimentación acoplada a al menos una entrada de detección de corriente, y una salida acoplada a la entrada de control del transistor de conmutación, y en el que el elemento de almacenamiento de datos programable configura el controlador de corriente para suministrar una primera corriente programada a dicha batería si un voltaje en dicha batería está por debajo de un primer umbral.

25 En un modo de realización, la presente invención comprende además la recepción de una señal de entrada que indica una corriente de entrada máxima, y la programación del controlador de corriente para ajustar una corriente de la batería máxima basándose en la corriente de entrada máxima.

30 En un modo de realización, el controlador de corriente tiene una entrada de control para ajustar la corriente filtrada, y en el que la entrada de control del controlador de corriente se acopla a la primera entrada del transistor de conmutación o a la batería para reducir la corriente filtrada a medida que el voltaje en la batería aumenta.

En un modo de realización, la corriente filtrada es mayor que una primera corriente de entrada en la primera entrada del transistor de conmutación, y la corriente filtrada se reduce a medida que el voltaje en la batería aumenta.

35 En un modo de realización, el voltaje del USB está en un intervalo de al menos 4,1 voltios a 5,25 voltios.

40 En otro modo de realización, la presente invención incluye un procedimiento de carga de una batería desde un puerto de bus serie universal (USB) que comprende la recepción de un primer voltaje de entrada y una primera corriente de entrada en la entrada de un regulador de conmutación desde una fuente de alimentación USB, el acoplamiento de una salida del regulador de conmutación a un terminal de una batería, la generación de un primer voltaje de salida y una primera corriente de salida en el terminal de la batería, la detección de la primera corriente de salida en la batería o un primer voltaje de salida en la batería, y la generación de una señal de conmutación en un terminal de control del regulador de conmutación en respuesta a la primera corriente de salida o el primer voltaje de salida detectados.

45 En un modo de realización, la presente invención comprende además la recepción de una señal lógica correspondiente a un tipo de puerto USB, en la que la primera corriente de salida es mayor que 100 mA y la primera corriente de entrada es menor que 100 mA cuando la señal lógica está en un primer estado, y la primera corriente de salida es mayor que 500 mA y la primera corriente de entrada es menor que 500 mA cuando la señal lógica está en un segundo estado.

50 En un modo de realización, el primer voltaje de entrada es mayor que el voltaje en la batería, la primera corriente de salida a la batería es mayor que la primera corriente de entrada, y en el que la primera corriente de salida se reduce a medida que el primer voltaje de salida en la batería aumenta.

55 En un modo de realización, la presente invención comprende además el almacenamiento de un parámetro de carga en un elemento de almacenamiento de datos programable, en el que la primera corriente de salida se ajusta mediante dicho parámetro de carga.

60 En un modo de realización, el regulador de conmutación detecta el primer voltaje de salida y genera una señal de conmutación para controlar el primer voltaje de salida.

65 En un modo de realización, la presente invención comprende además el almacenamiento de un parámetro de carga en un elemento de almacenamiento de datos programable, en el que el primer voltaje de salida se ajusta mediante dicho parámetro de carga.

5 En otro modo de realización, la presente invención incluye un cargador de baterías de bus serie universal (USB) que comprende un regulador de conmutación que tiene una primera entrada acoplada a una fuente de alimentación USB, una primera salida acoplada a una batería a través de una primera resistencia, y una entrada de control, un controlador de corriente que tiene primera y segunda entradas de detección de corriente acopladas a primer y segundo terminales de la primera resistencia para detectar una primera corriente de salida, y una salida de control acoplada a la entrada de control del regulador de conmutación, y un controlador de voltaje que tiene una primera entrada de detección de voltaje acoplada a la batería para detectar un primer voltaje de salida en la batería, y una salida de control acoplada a la entrada de control del regulador de conmutación.

10 En un modo de realización, el controlador de corriente incluye una entrada de control para ajustar la primera corriente de salida, y en el que una primera señal lógica que corresponde a una corriente del USB máxima se acopla a la entrada de control del controlador de corriente para ajustar la primera corriente de salida.

15 En un modo de realización, el controlador de corriente ajusta la primera corriente de salida para ser mayor que una primera corriente de entrada recibida en la primera entrada del regulador de conmutación.

20 En un modo de realización, la entrada de control del controlador de corriente se acopla a la primera entrada del regulador de conmutación o a la batería y el controlador de corriente reduce la primera corriente de salida en respuesta a una señal de control recibida en la entrada de control a medida que el voltaje en la batería aumenta.

25 En un modo de realización, la presente invención incluye un primer elemento de almacenamiento de datos programable acoplado a una entrada de control de un controlador de corriente para ajustar la primera corriente de salida, en la que el primer elemento de almacenamiento de datos programable configura el controlador de corriente para suministrar una primera corriente programada a dicha batería si un voltaje en dicha batería está por debajo de un primer umbral, y un segundo elemento de almacenamiento de datos programable acoplado a una entrada de control de un controlador de voltaje para ajustar el primer voltaje de salida, en la que el segundo elemento de almacenamiento de datos programable configura el controlador de voltaje para generar un voltaje constante programado en dicha batería si el voltaje en dicha batería está por encima del primer umbral.

30 En otros modos de realización, la presente invención puede acoplarse a otras fuentes de alimentación. La siguiente descripción detallada y los dibujos adjuntos proporcionan una mejor comprensión de la naturaleza y ventajas de la presente invención.

35 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

La Fig. 1A ilustra un dispositivo electrónico que incluye un cargador de baterías de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

40 La Fig. 1B ilustra un dispositivo electrónico que incluye un cargador de baterías de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

La Fig. 2 es un ciclo de carga programable de ejemplo para una batería de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

45 La Fig. 3 ilustra el uso de parámetros de carga de baterías programados de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

50 La Fig. 4 ilustra un sistema de carga de baterías de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

La Fig. 5 ilustra un sistema de carga de baterías de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

55 La Fig. 6 ilustra parámetros de carga de baterías de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

Las Figs. 7A-B son un ciclo de carga de ejemplo de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

60 La Fig. 8 ilustra un cargador de baterías de conmutación que incluye un regulador de conmutación de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

65 La Fig. 9 ilustra la carga de una batería usando un regulador de conmutación de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

Las Figs. 10A-B ilustran la carga de una batería usando un regulador de conmutación de acuerdo con modos de

realización de la presente invención.

La Fig. 11 ilustra una implementación de ejemplo de un sistema de carga de baterías de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

La Fig. 12 ilustra una implementación de ejemplo de un sistema de carga de baterías de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

La Fig. 13 es un ejemplo de un cargador de baterías de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

La Fig. 14 es un ejemplo de un circuito de control de voltaje constante de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

La Fig. 15 es un ejemplo de un circuito de control de corriente constante de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

La Fig. 16 es un ejemplo de un controlador analógico de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Se describen en el presente documento técnicas para sistemas y procedimientos de carga de baterías. En la siguiente descripción, con fines de explicación, se exponen numerosos ejemplos y detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión exhaustiva de la presente invención. Será evidente, sin embargo, para un experto en la materia que la presente invención como se define mediante las reivindicaciones puede incluir algunas o todas las características en estos ejemplos solas o en combinación con otras características descritas más adelante, y puede incluir además modificaciones obvias y equivalentes de las características y conceptos descritos en el presente documento.

La Fig. 1A ilustra un sistema 100 que incluye un dispositivo electrónico 101 que incluye un cargador de baterías de conmutación 103 de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. Un dispositivo electrónico 101 incluye electrónica del dispositivo 102 alimentada por una batería 150. La batería se puede recargar usando el cargador de baterías de conmutación 103. El cargador de baterías de conmutación 103 tiene una primera entrada acoplada a una primera fuente de alimentación 110 y una primera salida para proporcionar una salida regulada a al menos una batería a través de un filtro como se describe con más detalle más adelante. Un modo de realización de la invención incluye el acoplamiento de un voltaje de entrada V_{in} desde una línea de suministro de alimentación de un puerto de bus serie universal ("USB") a la entrada de un regulador de conmutación en el cargador 103. Un cargador de baterías de conmutación permite la carga eficiente de una batería desde un puerto USB.

Como se describe con más detalle más adelante, el cargador de baterías de conmutación 103 incluye un regulador de conmutación. Los voltajes y corrientes de salida del regulador de conmutación serán formas de onda conmutadas, que se proporcionan a un filtro para producir corrientes y voltajes de salida filtrados a la batería. Con fines de esta descripción, la salida del regulador de conmutación será la salida del filtro, que incluye una corriente de salida a la batería (por ejemplo, una corriente de carga de la batería) y un voltaje de salida en el terminal de la batería. Como se describe con más detalle más adelante, en un modo de realización el cargador de baterías de conmutación 103 se acopla a una fuente de alimentación del puerto USB, y la batería del dispositivo electrónico 101 puede cargarse desde un puerto USB. Dispositivos electrónicos de ejemplo pueden incluir teléfonos celulares, asistentes digitales personales, reproductores de música portátiles o una diversidad de otros dispositivos electrónicos que funcionan con baterías. Sin embargo, pueden usarse una diversidad de otras fuentes de alimentación 110 en otros modos de realización. De forma adicional, como se describe más adelante, diferentes modos de realización del cargador de baterías 103 pueden incluir además circuitos internos para programar parámetros de carga, controlar funciones de carga de la batería, controlar corrientes o voltajes de salida, detectar corrientes de entrada, corrientes de la batería y/o voltajes, por ejemplo. El cargador 103 puede usar dicha funcionalidad para controlar la transferencia de voltaje y corriente desde la fuente de alimentación 110 al terminal de la batería 150.

En un modo de realización, el cargador de baterías de conmutación 103 se hace funcionar en un modo de control de corriente para proporcionar una corriente controlada a la batería 150 durante un primer periodo de tiempo en un ciclo de carga. Durante un segundo periodo de tiempo en el ciclo de carga, el cargador de baterías 103 funciona en un modo de control de voltaje para proporcionar un voltaje controlado a la batería 150. En un modo de control de corriente, la corriente de salida del cargador de conmutación (por ejemplo, la corriente en la batería) se usa como el parámetro de control para el circuito (por ejemplo, la corriente en la batería puede usarse para controlar un bucle de realimentación que controla la conmutación). De forma similar, en un modo de control de voltaje, el voltaje de salida del cargador de conmutación (por ejemplo, el voltaje en la batería) se usa como el parámetro de control para el circuito (por ejemplo, el voltaje en la batería puede usarse para controlar un bucle de realimentación que controla la

conmutación). Por ejemplo, cuando el cargador está en modo de control de corriente (por ejemplo, cuando el voltaje de la batería está por debajo de un cierto umbral), el regulador de conmutación puede controlar la corriente de salida obtenida en la batería. El sistema puede entonces conmutar del modo de control de corriente al modo de control de voltaje si un voltaje en la batería aumenta por encima de un valor umbral especificado. Si el voltaje en la batería sube a un nivel particular, el sistema puede entonces controlar el voltaje en la batería (por ejemplo, manteniendo un voltaje de la batería constante) mientras la corriente no controlada baja. Como se describe más adelante, algunos modos de realización de la presente invención pueden programar una diversidad de parámetros de carga para cambiar las características de un ciclo de carga. En otro modo de realización, la corriente obtenida en la batería 150 mediante el regulador de conmutación 103 puede modificarse mientras la batería se carga (por ejemplo, a medida que el voltaje de la batería aumenta). En un ejemplo específico, la corriente obtenida se cambia mediante un controlador digital en respuesta a cambios en el voltaje de la batería. Un controlador digital puede cambiar los parámetros de carga almacenados en elementos de almacenamiento de datos programables (por ejemplo, un registro o memoria). En otro ejemplo específico, la corriente obtenida se cambia mediante un controlador analógico que cambia señales de control en una entrada de control de un controlador de corriente que controla las corrientes de salida a medida que el voltaje de la batería aumenta.

La Fig. 1B ilustra un dispositivo electrónico que incluye un cargador de baterías de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. Un dispositivo electrónico 101 incluye electrónica del dispositivo 102 alimentada por una batería 150. La batería se puede recargar usando el cargador de baterías de conmutación 103. El cargador de baterías de conmutación 103 puede ser un cargador de baterías de conmutación programable. Un sistema cargador de baterías de conmutación 115 puede incluir un cargador de baterías de conmutación 103 que incluye un regulador de conmutación que tiene una primera entrada acoplada para recibir una primera fuente de alimentación (por ejemplo, un voltaje de entrada V_{in}) y una primera salida para proporcionar una salida regulada a al menos una batería a través de un filtro 104. El cargador de baterías de conmutación 103 puede incluir además circuitos internos para detectar la corriente y el voltaje de la batería o corrientes y voltajes de entrada, por ejemplo. El cargador de conmutación 103 puede usar dicha información para controlar la transferencia de voltaje y corriente desde la fuente de alimentación al terminal de la batería.

En este modo de realización, la batería 150 puede cargarse desde un puerto USB 131 en el ordenador 130, por ejemplo. Por supuesto, debe entenderse que algunos modos de realización de la presente invención se pueden usar para cargar una batería desde cualquier sistema electrónico que incluya un puerto USB. Un puerto USB puede incluir un terminal de suministro de alimentación 105 (por ejemplo, VBUS) que puede acoplarse a la entrada del cargador de baterías de conmutación 103 (V_{in}). Un puerto USB puede incluir además un terminal de datos 106 para comunicar información sobre el USB al sistema cargador de baterías 115. El USB transfiere la señal y la alimentación sobre un cable de cuatro hilos que incluye dos líneas de datos ($D+$, $D-$), alimentación (VBUS) y tierra (GND). Las señales de datos se comunican usando dos hilos ($D+$, $D-$). VBUS es típicamente de 5 voltios. Sin embargo, el voltaje en el bus puede variar desde 4,75 V a 5,25 V para un puerto concentrador de alta potencia o desde 4,4 V a 5,25 V para un puerto concentrador de baja potencia. Bajo condiciones transitorias, el suministro de VBUS puede caer a 4,1 V. Así pues, el cargador de conmutación puede incluir un regulador de conmutación configurado para recibir un voltaje del USB en el intervalo de al menos 4,1 voltios a 5,25 voltios para cargar la batería. De forma adicional, la corriente de entrada máxima puede ser 500 mA para un USB concentrador (USB HUB), o 100 mA para un USB principal (USB HOST). En consecuencia, un cargador de baterías de conmutación debe diseñarse para funcionar bien con 100 mA o 500 mA de corriente de entrada máxima. En un modo de realización, el cargador de baterías se programa para adaptarse a diferentes corrientes de entrada máximas. De forma adicional, como se describe más adelante, la corriente de salida suministrada a la batería puede ser mayor que la corriente de entrada para mejorar la carga. En este ejemplo, los datos del USB se acoplan a un controlador 111 incluido como parte del sistema de carga de baterías 115. Los datos pueden transferirse sobre la línea de datos del USB 106 para configurar parámetros de carga, por ejemplo. La línea de datos del USB 106 puede acoplarse a la electrónica del dispositivo 102, y en particular, a un procesador 120 en la electrónica del dispositivo.

En un modo de realización, los datos del USB pueden incluir una señal de entrada que indica una corriente de entrada máxima que puede entregarse mediante el dispositivo USB, y el cargador de baterías de conmutación puede recibir la señal y programar un controlador de corriente en el cargador para ajustar una corriente de la batería máxima basándose en la corriente de entrada máxima. Por ejemplo, el cargador de baterías 103 puede recibir una señal lógica (por ejemplo, una señal USB500/100 en la línea de datos 106) que corresponde a un tipo de puerto USB. El tipo de puerto USB indica si el puerto USB es un principal (HOST) o un concentrador (HUB). En consecuencia, la señal lógica corresponde a una corriente del USB máxima. La señal lógica puede acoplarse a un controlador de corriente (por ejemplo, acoplándola a través de un controlador digital descrito más adelante) para ajustar la corriente de salida en la batería. Así pues, cuando la señal lógica está en un primer estado, la corriente de entrada máxima en el cargador de conmutación es de 100 mA (por ejemplo, USB principal), y cuando la señal lógica está en un segundo estado, la corriente de entrada máxima en el cargador de conmutación es de 500 mA (es decir, USB concentrador). En un modo de realización que se describe con más detalle más adelante, la eficiencia de carga de la batería puede mejorarse generando una corriente en la batería que es mayor que la corriente de entrada en el sistema de conmutación. Por ejemplo, en un modo de realización, cuando la señal lógica está en un primer estado, la corriente de entrada en un regulador de conmutación puede estar por debajo de 100 mA (por ejemplo, USB principal) y la corriente de salida en la batería es mayor que 100 mA. Cuando la señal lógica está en un segundo

estado, la corriente de entrada puede estar por debajo de 500 mA y la primera corriente de salida es mayor que 500 mA.

El sistema cargador de baterías de conmutación 115 puede incluir además un almacenamiento de datos 112 acoplado al cargador de conmutación 103 para configurar y controlar el cargador. El almacenamiento de datos 112 puede almacenar una pluralidad de parámetros de carga para controlar el cargador 103 durante la carga de la batería 150. Los parámetros pueden reprogramarse para cambiar los voltajes y/o corrientes u otros parámetros usados para cargar la batería, y mejorar así la eficiencia de carga de la batería. El término "programable" como se usa en el presente documento significa cambiante (o variable) en respuesta a señales digitales (por ejemplo, recibidas sobre un bus). Así pues, algunos modos de realización de la presente invención pueden ser programables sin cambiar componentes físicos, aunque otros modos de realización descritos en el presente documento pueden ser programables cambiando componentes físicos tales como resistencias, por ejemplo. El almacenamiento de datos 112 puede ser memoria bien volátil o no volátil, por ejemplo, y los parámetros de carga pueden reprogramarse en diferentes ciclos de carga o durante un solo ciclo de carga (mientras la batería se está cargando). Como se ha mencionado anteriormente, el sistema 115 puede incluir también un controlador 111 acoplado al almacenamiento de datos 112 y al cargador 103. El controlador 111 puede usarse para programar el almacenamiento de datos 112 con parámetros de carga. De forma alternativa, el controlador 111 puede almacenar parámetros de carga para configurar y controlar el cargador 103 directamente. Los parámetros de carga en el almacenamiento de datos 112 pueden programarse a través del controlador 111 usando un bus digital (por ejemplo, serie o paralelo), por ejemplo. En consecuencia, los parámetros de carga pueden cambiarse bajo control de software, por ejemplo, en el dispositivo electrónico o en un sistema externo tal como un ordenador. En un modo de realización, el bus digital se acopla a o se implementa usando un bus I²C o un bus serie universal.

En un modo de realización, cada uno de los parámetros de carga puede almacenarse como una pluralidad de bits digitales, y diferentes parámetros de carga pueden programarse por separado y/o de forma independiente. Los bits digitales correspondientes a una pluralidad de parámetros de carga pueden entonces convertirse en un parámetro analógico, tal como un voltaje o una corriente. El parámetro analógico puede, a su vez, acoplarse a un nodo en el cargador de baterías de conmutación 103 para modificar el comportamiento del regulador como se desee y, en consecuencia, cambiar las características de carga. En un modo de realización, los bits digitales pueden convertirse en un parámetro analógico usando un convertidor digital-a-analógico ("DAC") como se describe más adelante.

En un modo de realización, los parámetros de carga almacenados pueden ser variables en un intervalo de valores. En consecuencia, las características de carga tales como corriente constante y/o voltaje constante pueden programarse en un intervalo correspondiente de valores de corriente o voltaje, por ejemplo. En un modo de realización, el intervalo de valores de parámetros de carga incluye al menos un valor más alto, un valor más bajo y una pluralidad de valores intermedios entre los valores más alto y más bajo. Así pues, el voltaje o corriente constante puede programarse al valor más alto, el valor más bajo, o cualquier valor intermedio reprogramando el parámetro de carga correspondiente en el almacenamiento de datos 112. Una ventaja de ejemplo de dicha programación es la capacidad de usar un cargador programable para cargar baterías con diferentes valores nominales de voltaje y valores nominales de corriente de recarga.

Los modos de realización de la presente invención incluyen además la reprogramación de uno o más parámetros de carga de acuerdo con un algoritmo de software predefinido. El software para controlar el proceso de carga puede escribirse con antelación y cargarse en el dispositivo electrónico para controlar dinámicamente el proceso de carga. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 101 puede incluir un procesador 120, que puede ser un microprocesador o un microcontrolador, por ejemplo. El procesador 120 puede acceder al software de control de carga en la memoria volátil o no volátil (por ejemplo, el almacenamiento de datos 112 u otra memoria incluida como parte del dispositivo electrónico 101) y puede ejecutar algoritmos para reprogramar los parámetros de carga en el almacenamiento de datos 112. El algoritmo puede cambiar uno o más parámetros de carga mientras la batería se está cargando, por ejemplo, o el algoritmo puede cambiar uno o más parámetros de carga sobre múltiples ciclos de carga.

Los modos de realización de la invención se pueden usar en una diversidad de dispositivos electrónicos y para cargar una diversidad de tipos y configuraciones de baterías. Para ilustrar las ventajas de ciertos aspectos de la presente invención, se describirá un ejemplo en el contexto de carga de una batería de iones de litio ("Li⁺"). Sin embargo, debe entenderse que el siguiente ejemplo es solo con fines ilustrativos y que otros tipos de baterías, tales como baterías de polímero de litio, baterías de hidruro de níquel-metal o baterías de níquel-cadmio, por ejemplo, que tienen diferentes voltajes y especificaciones de carga también podrían cargarse de forma ventajosa usando las técnicas descritas en el presente documento.

La Fig. 2 es un ciclo de carga programable de ejemplo para una batería de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. El gráfico de la Fig. 2 muestra la corriente en la batería ("I_{out}") trazada en el eje vertical izquierdo 201 y el voltaje en la batería ("V_{batt}") en el eje vertical derecho 202 frente al tiempo ("t") en el eje horizontal 203. El voltaje en la batería con el tiempo se muestra mediante la línea discontinua 204, y la corriente en la batería se muestra mediante la línea continua 205. Este ejemplo ilustra un ciclo de carga para cargar una batería de Li⁺ muy agotada. Los modos de realización de la presente invención proporcionan control programable sobre uno o más parámetros de la curva del ciclo de carga. La batería se carga en dos modos básicos: un modo de control de

corriente, que en este ejemplo proporciona una corriente constante desde $t = 0$, t_2 , y un modo de control de voltaje, que en este ejemplo proporciona un voltaje constante desde $t = t_2$, t_3 , de los que ambos pueden programarse en un intervalo de valores. En este ejemplo, el voltaje en la batería está inicialmente por debajo de un umbral particular (por ejemplo, 3 voltios), lo cual indica que la batería está muy agotada. En consecuencia, el modo de control de corriente puede generar inicialmente una corriente de precarga constante 210 (por ejemplo, 100 mA), que puede ajustarse mediante un parámetro de carga almacenado de tal manera que la corriente de precarga puede programarse en un intervalo de valores. La corriente de precarga constante 210 hará que el voltaje de la batería comience a aumentar. Cuando el voltaje de la batería aumenta por encima de un umbral de precarga 211, el sistema aumentará el control de corriente en la batería (por ejemplo, a 500 mA). En un modo de realización, el umbral de precarga 211 también se puede programar usando un parámetro de carga almacenado. El sistema puede detectar el voltaje de la batería, y si el voltaje está por debajo del umbral de precarga 211, el sistema generará una corriente de precarga constante. Cuando el voltaje de la batería aumente por encima del valor programado para el umbral de precarga 211, el sistema generará una corriente constante 212 mayor que la corriente de precarga. La segunda corriente constante a veces se denomina la corriente de "carga rápida".

Mientras la corriente de carga rápida se está entregando a la batería, el voltaje en la batería continuará aumentando como se muestra en 204A. Los modos de realización de la presente invención también permiten programar el umbral en el que el sistema cambia del suministro de una corriente controlada a la generación de un voltaje controlado. Por ejemplo, un parámetro de carga correspondiente al umbral en el que el sistema hace la transición de control de corriente a control de voltaje se puede almacenar en memoria. Cuando el voltaje en la batería aumenta por encima del umbral programado, el sistema puede hacer una transición automáticamente para proporcionar un voltaje constante 213 a la batería. En un modo de realización, el voltaje 213 suministrado a la batería (es decir, el voltaje "flotante") se ajusta mediante un parámetro de carga almacenado. El voltaje flotante puede ajustarse a cualquier número de voltajes en un intervalo de valores de voltaje programando el parámetro de carga almacenado correspondiente. Cuando la batería aumente al voltaje flotante durante el modo de control de corriente, el sistema hará una transición al modo de control de voltaje y mantendrá el voltaje flotante 213 en la batería. Mientras el sistema esté en modo de control de voltaje, la corriente 207 en la batería comenzará a disminuir (por ejemplo, "bajar" o "caer"). En algunos modos de realización, puede ser deseable apagar el cargador después de que la corriente alcance un umbral mínimo (por ejemplo, 100 mA). Así pues, un parámetro de carga almacenado puede usarse para detectar la corriente 207 mientras el sistema está en modo de control de voltaje. Cuando la corriente 207 cae por debajo de un valor programado mínimo, el sistema puede desconectar automáticamente el cargador y terminar el ciclo de carga. De forma ventajosa, los parámetros anteriores pueden programarse en un intervalo de valores para optimizar las características particulares de una batería particular durante la vida útil de la batería, entre ciclos de carga diferentes, o incluso durante un solo ciclo de carga.

La Fig. 3 ilustra el uso de parámetros de carga de baterías programados de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. Este ejemplo ilustra varias características de la presente invención. En 302, los parámetros de carga correspondientes a las características de carga de la batería se almacenan en elementos de almacenamiento de datos programables. Los parámetros de carga pueden almacenarse como una pluralidad de bits digitales en registros, matrices de memoria volátil, o elementos de memoria no volátil, por ejemplo. El almacenamiento de parámetros como múltiples bits permite programar múltiples valores para cada parámetro. En consecuencia, los parámetros del sistema, tales como corrientes, voltajes o umbrales, pueden programarse en un intervalo de valores para adaptarse a un amplio intervalo de características de la batería. En 304, el voltaje en la batería se detecta para determinar si el voltaje de la batería está por encima o por debajo del umbral de precarga programado. Si el voltaje de la batería está por debajo del umbral programado, la corriente de precarga constante programada se suministra a la batería en 306. En un modo de realización, los parámetros de carga almacenados se pueden cambiar mientras la batería se está cargando. Por ejemplo, si una instrucción de reprogramación se da en 308, entonces los parámetros de carga que controlan la corriente de precarga constante se pueden cambiar en 310, cambiando así el valor de corriente de precarga entregado a la batería. Si el voltaje de la batería aumenta por encima del umbral de precarga programado, pero todavía por debajo del voltaje flotante, entonces la corriente constante suministrada a la batería se aumenta en 314. La corriente de carga rápida también se puede cambiar dinámicamente durante la carga reprogramando el parámetro de carga correspondiente almacenado en el sistema como se muestra en 316 y 318. Si el voltaje en la batería aumenta al umbral de control de corriente/control de voltaje programado, el sistema cambia del suministro de una corriente constante a la provisión de un voltaje constante a la batería en 322. El voltaje flotante también se puede reprogramar en un intervalo de valores en 324 y 326. En 320, se detecta la corriente en la batería y la carga finaliza en 328 si la corriente en disminución cae por debajo de un umbral programado.

La Fig. 4 ilustra un sistema de carga de baterías de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. El cargador de baterías 400 incluye un regulador de conmutación 410 que tiene un terminal de entrada acoplado para recibir una fuente de alimentación (por ejemplo, V_{in}) y un terminal de salida acoplado a través de un filtro para proporcionar una salida regulada a la batería 450. En este ejemplo, el voltaje y la corriente de conmutación en la salida del regulador de conmutación 410 se acoplan a través de un filtro que comprende un inductor 402 y un condensador 403. El voltaje de salida filtrado y la corriente de salida filtrada se proporcionan a la batería. La corriente de salida del regulador de conmutación (o corriente de entrada de la batería) se detecta acoplado la salida del regulador de conmutación 410 a la batería 450 a través de una resistencia 401 ("Rdetección"). Este ejemplo incluye además un controlador de corriente 420 y un controlador de voltaje 430 acoplados a una entrada de control

del regulador de conmutación 410. El controlador de corriente 420 está activo cuando el voltaje en la batería 450 está por debajo de un umbral programado. El controlador de corriente 420 incluye un parámetro de corriente de precarga constante almacenado 421, uno o más parámetros de carga rápida constante almacenados 422 y un parámetro de umbral de precarga almacenado 423 para ajustar la corriente de precarga, la(s) corriente(s) de carga rápida y el umbral de precarga, respectivamente. En este ejemplo, el controlador de corriente 420 controla la corriente detectando el voltaje a través de la resistencia 401 (por ejemplo, Cdetección+, Cdetección-). El controlador de voltaje 430 está activo cuando el voltaje en la batería 450 está por encima del umbral programado. El parámetro de voltaje de la batería almacenado 431 se usa para ajustar el umbral de transición de control de corriente a control de voltaje. En este ejemplo, el controlador de voltaje 430 mantiene un voltaje constante ajustado mediante el parámetro 431 en la batería detectando el voltaje en el terminal de batería (Vbatt) y ajustando el terminal de control del regulador 410 en consecuencia.

Los modos de realización de la presente invención incluyen además la programación de una diversidad de otros parámetros relacionados con el proceso de carga de la batería. Por ejemplo, el control del sistema 440 incluye un parámetro de corriente de finalización para programar el umbral mínimo para la corriente de la batería. Si la corriente de la batería cae por debajo del valor ajustado mediante el parámetro 441, entonces el ciclo de carga finalizará. De forma adicional, el sistema puede almacenar parámetros para ajustar temporizadores 442. Por ejemplo, un temporizador se puede iniciar cuando se inicia una corriente de precarga constante. El temporizador programable puede usarse para medir un tiempo en que la corriente de precarga constante se suministra a la batería. Si el voltaje en la batería está por debajo del umbral de precarga después de que el temporizador alcanza un valor programado, el sistema puede finalizar automáticamente el control de corriente y desconectarse ("tiempo de espera"), terminando así el ciclo de carga. De forma similar, un parámetro programado puede usarse para medir un tiempo en que la corriente de carga rápida se suministra a la batería y ajustar el "tiempo de espera" para la corriente de carga rápida.

En un modo de realización, el sistema puede incluir control térmico programable. Los parámetros térmicos programables 444 pueden incluir parámetros de sub-temperatura y sobre-temperatura que se almacenan y usan para controlar el funcionamiento del sistema con la temperatura. Si la temperatura de la batería está por encima del límite de sobre-temperatura programado o por debajo del límite de sub-temperatura programado, entonces la carga puede suspenderse. Los parámetros térmicos 444 también pueden incluir parámetros de control de polarización para programar una corriente de polarización en un sensor de temperatura de la batería. En un modo de realización, el sensor de temperatura de la batería es un termistor de coeficiente de temperatura negativo externo. En consecuencia, el control de polarización programable permite usar diferentes baterías que tienen diferentes valores del termistor, por ejemplo. En otro modo de realización, el sistema puede incluir un parámetro de recarga 443. Después de un ciclo de carga, la batería puede recargarse ("rellenarse") automáticamente. Por ejemplo, cuando el suministro de alimentación de entrada todavía está presente, el voltaje flotante puede caer por debajo de un umbral de recarga programado, y se iniciará automáticamente un nuevo ciclo de carga.

El cargador de baterías 400 incluye además un controlador digital 460, que puede implementarse usando un microcontrolador, procesador o máquina de estados, por ejemplo. El controlador 460 puede incluir (o acoplarse a) una memoria no volátil 461 para almacenar uno o más de los parámetros de carga. El controlador 460 también puede incluir una interfaz 462 para comunicarse con recursos externos o un procesador 470 ubicado en el mismo dispositivo electrónico. En un modo de realización, los parámetros de carga pueden almacenarse en memoria no volátil 461 y transferirse a dispositivos de almacenamiento volátiles. El controlador 460 puede interactuar con el procesador 470 para reprogramar los parámetros almacenados bien en memoria no volátil o en memoria volátil. Por ejemplo, el procesador 470 puede incluir un algoritmo de carga de software 471 para cambiar los parámetros. El procesador puede acoplarse a circuitos analógicos-a-digitales (no mostrados) que detectan voltaje y corriente de la batería, y el algoritmo puede cambiar los parámetros almacenados basándose en las corrientes y voltajes detectados en la batería, por ejemplo.

La Fig. 5 ilustra un sistema de carga de baterías de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. El cargador de baterías 500 incluye un regulador de conmutación 510 que tiene una entrada para recibir una fuente de alimentación y una salida acoplada a la batería 550 a través de un filtro, que comprende un inductor 502 y un condensador 503, y una resistencia de detección de corriente 501. Un controlador de corriente 520 detecta la corriente en la resistencia 501 y proporciona una señal a una entrada de control del regulador 510 para mantener una corriente controlada (por ejemplo, constante). La corriente controlada puede programarse mediante parámetros almacenados como valores digitales en registros 521, 522 y 525. Por ejemplo, el registro 521 puede almacenar un valor del parámetro de precarga digital, y el registro 522 puede almacenar un valor del parámetro de carga rápida digital. Los dos valores diferentes pueden acoplarse selectivamente al controlador de corriente 520 para ajustar la corriente suministrada a la batería. El registro 525 puede contener un valor digital para ajustar el umbral de precarga. Los bits del registro 525 pueden ser entradas a un convertidor digital-a-analógico ("DAC") 526, que puede traducir los bits a un parámetro analógico tal como un voltaje, por ejemplo. Una salida de voltaje del DAC 526 puede usarse como referencia y compararse con el voltaje de la batería en el comparador 527. Cuando el voltaje de la batería está por debajo del umbral de precarga programado, el comparador puede acoplar el valor de corriente de precarga almacenado en el registro 521 al DAC 524 usando el circuito de selección 523 (por ejemplo, un multiplexor). El DAC 524, a su vez, recibe el valor digital correspondiente a la corriente de precarga y genera un parámetro analógico para controlar el regulador de conmutación para entregar el valor de corriente programado. Cuando el voltaje de la

batería aumenta por encima del valor programado en el registro 525, el comparador cambia de estado, y el circuito de selección 523 acopla el valor de corriente de carga rápida almacenado en el registro 521 al DAC 524. El DAC 524, a su vez, recibe el nuevo valor digital correspondiente a la corriente de carga rápida y genera un parámetro analógico para controlar el regulador para entregar el nuevo valor de corriente programado. Debe entenderse que el

5 circuito anterior es solo una implementación de ejemplo. En otro ejemplo, el umbral de precarga puede controlarse usando el voltaje de la batería para ajustar un divisor de voltaje. Las tomas particulares del divisor de voltaje pueden seleccionarse de forma digital mediante un registro programable. Una toma seleccionada puede acoplarse entonces a un comparador y compararse con un voltaje de referencia, por ejemplo.

10 De forma similar, el controlador de voltaje 530 se acopla al registro 531 para almacenar el umbral para cambiar del modo de control de corriente al modo de control de voltaje. El registro 531 almacena el umbral como un valor digital. Los bits digitales del registro 531 se introducen en el DAC 532 y se convierten en un parámetro analógico para mantener un voltaje programado constante en la batería.

15 En este ejemplo, el registro 541 se usa para programar el valor de la corriente de finalización. La corriente de la batería I_{out} puede detectarse mediante la resistencia 501 y el voltaje diferencial puede convertirse en un valor de terminación única en el convertidor diferencial-a-terminación única. El valor digital en el registro 544 correspondiente a la corriente de finalización deseada puede convertirse en un voltaje mediante el DAC 542. Los voltajes desde tanto el convertidor diferencial-a-terminación única 544 como el DAC 542 pueden introducirse en el comparador 543.

20 Cuando la corriente de la batería disminuye (baja) por debajo del valor programado, el comparador puede generar una señal para el control de desconexión 540 y finalizar el ciclo de carga.

El cargador de baterías 500 incluye un controlador 545 para manipular información digital en el sistema. El controlador puede incluir circuitos para leer y escribir en memoria o registros, por ejemplo, así como otras funciones

25 de control del sistema, tales como la interconexión con otras electrónicas sobre un bus serie o paralelo. Como se ha mencionado anteriormente, los parámetros de carga pueden almacenarse en una memoria no volátil 546 tal como una EEPROM, por ejemplo. En este ejemplo, los parámetros se almacenan en memoria no volátil 546 y se transfieren a registros 521, 522, 525, 531 y 541. Si se usa un algoritmo de software para modificar los parámetros, el algoritmo puede cambiar los valores de los parámetros bien en los registros (por ejemplo, para programación

30 dinámica) o en la memoria no volátil (por ejemplo, para programación estática).

La Fig. 6 ilustra parámetros de carga de baterías de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. En este ejemplo, una diversidad de parámetros almacenados se programan mediante el controlador 645 para

35 acondicionar el ciclo de carga cargando registros con parámetros de carga almacenados en memoria no volátil 646. Por ejemplo, el registro 641 se usa para programar la corriente de finalización junto con el DAC 642, el convertidor diferencial-a-terminación única 644 y el comparador 643 como se ha descrito anteriormente con referencia a la Fig. 5. De forma adicional, el registro 651 puede usarse para programar un temporizador de precarga 652, y el registro 661 puede usarse para programar un temporizador de carga rápida 662. El temporizador 652 puede desconectar el ciclo de carga si el voltaje en la batería no aumenta por encima de un valor de umbral de precarga programado

40 dentro del periodo de tiempo programado. Del mismo modo, el temporizador 662 puede desconectar el ciclo de carga si el voltaje en la batería no aumenta por encima de un umbral de transición de corriente constante programada a voltaje constante dentro del periodo de tiempo programado.

Los registros 671 y 674 se pueden programar con parámetros de sobre-temperatura y sub-temperatura. Los valores digitales de los registros 671 y 674 se acoplan a las entradas de comparadores 673 y 676, respectivamente, y definen los límites superior e inferior de un intervalo de voltaje. Las otras entradas a comparadores 673 y 674 se acoplan a un sensor térmico 690 que detecta la temperatura de la batería. Si la temperatura de la batería da lugar a un voltaje que está por encima del límite de sobre-temperatura programado o está por debajo del límite de sub-temperatura, los comparadores desconectarán el ciclo de carga para proteger la batería. En un modo de realización,

50 una corriente de polarización 679 se programa mediante el registro 677 y el DAC 678 para ajustar el voltaje en el sensor térmico. En un ejemplo específico, el sensor térmico incluye un termistor de coeficiente de temperatura negativo, y la corriente de polarización se puede programar para optimizar el intervalo de temperatura de los circuitos de detección térmica.

La Fig. 7 es un ciclo de carga de ejemplo de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. El presente ejemplo puede usarse en una aplicación en la que el voltaje de entrada es un terminal de alimentación del USB, por ejemplo. En el siguiente ejemplo, muchos de los parámetros del ciclo de carga son programables de acuerdo con las técnicas descritas anteriormente, y pueden configurarse y cambiarse sobre un bus serie o paralelo, por ejemplo. El ciclo de carga comienza con un reinicio al encendido ("POR") 701. En 702, el voltaje de entrada se detecta o de otro modo se mide y se compara con el voltaje de la batería y un desplazamiento añadido. En este ejemplo, si el voltaje de entrada es menor que el voltaje de la batería más 130 mV, entonces el sistema finaliza la carga y entra en un modo de espera en 703. Si el voltaje de entrada es mayor que el voltaje de la batería más 130 mV, entonces la temperatura se detecta y se verifica en 704. Si se determina que la temperatura de la batería está fuera de un intervalo permisible (por ejemplo, $T_{(hi)} > T > T_{(lo)}$), entonces el sistema finaliza la carga. Sin embargo,

65 si se determina que la temperatura de la batería está dentro de un intervalo permisible, entonces el ciclo de carga continúa en 705. Como se ha mencionado anteriormente, las características de la verificación de temperatura

ES 2 633 643 T3

pueden ser programables. Las siguientes Tablas 1-2 ilustran la programación de ejemplo de la corriente de polarización para medir la temperatura de la batería, y los parámetros de sobre-temperatura y sub-temperatura:

5

Tabla 1

Bit1	Bit0	Corriente del termistor
0	0	100 μ A (10k NTC)
0	1	40 μ A (25k NTC)
1	0	10 μ A (100k NTC)
1	1	0 μ A (desactivado)

Tabla 2

Bit2	Bit1	Bit0	Temperatura baja	Bit2	Bit1	Bit0	Temperatura alta
0	0	0	-20°C	0	0	0	+30°C
0	0	1	-15°C	0	0	1	+35°C
0	1	0	-10°C	0	1	0	+40°C
0	1	1	-5°C	0	1	1	+45°C
1	0	0	0°C	1	0	0	+50°C
1	0	1	+5°C	1	0	1	+55°C
1	1	0	+10°C	1	1	0	+60°C
1	1	1	+15°C	1	1	1	+65°C

10

En este ejemplo, el sistema se está cargando desde una entrada de suministro de alimentación del USB. Así pues, el sistema adopta por defecto el modo del USB de 100 mA y espera a que el controlador del USB especifique el tipo de USB (es decir, concentrador (HUB) o principal (HOST)). Un USB principal (USB HOST) puede suministrar un máximo de 100 mA, mientras que un USB concentrador (USB HUB) puede suministrar un máximo de 500 mA. El sistema determina el tipo USB principal en 706. Para un USB principal, la corriente de carga rápida constante permanecerá ajustada al nivel predeterminado de 100 mA. Para un USB concentrador, la corriente de carga rápida constante se programa a 500 mA como máximo. Por ejemplo, en un modo de realización el sistema puede incluir un primer registro que almacena un parámetro de carga para programar la corriente de precarga desde 25 mA a 212,5 mA en pasos de 12,5 mA. Puede usarse otro registro para programar una corriente de carga rápida desde 125 mA a 500 mA en pasos de 25 mA. Cuando el sistema está en modo principal (HOST), el sistema desactiva el registro de carga rápida y limita los bits proporcionados desde el registro de precarga a un DAC de tal manera que la corriente de salida no puede superar 100 mA.

15

20

25

30

35

En 708, el sistema detecta el voltaje de la batería. En este ejemplo, el sistema puede comparar en primer lugar el voltaje de la batería con un umbral programable en 708 para comenzar una "carga de mantenimiento". Si el voltaje de la batería es inferior a 2,16 V, se puede generar una corriente de mantenimiento (por ejemplo, 3 mA) y los temporizadores se apagan (es decir, no hay tiempo de espera) en 709. De acuerdo con un modo de realización de la invención, el umbral de carga de mantenimiento y la corriente de mantenimiento constante son programables almacenando parámetros de carga correspondientes. Si el voltaje de la batería aumenta por encima del umbral de mantenimiento, el sistema generará una corriente de precarga constante programada y continuará supervisando el voltaje de la batería. Siempre que el voltaje de la batería esté por debajo del umbral de precarga en 710, el sistema estará en modo de precarga en 711. Como se ha descrito anteriormente, el umbral de precarga es programable en un intervalo de valores. La siguiente tabla ilustra diferentes umbrales de precarga que pueden programarse mediante diferentes valores de parámetros de carga (por ejemplo, bits 0..2) en un registro programable u otra memoria programable, por ejemplo.

Tabla 3

Bit2	Bit1	Bit0	Umbral de voltaje de precarga a carga rápida
0	0	0	2,4V
0	0	1	2,5V

ES 2 633 643 T3

0	1	0	2,6V
0	1	1	2,7V
1	0	0	2,8V
1	0	1	2,9V
1	1	0	3,0V
1	1	1	3,1V

En 712, el sistema inicia un temporizador y genera una corriente de precarga constante programada. La siguiente tabla ilustra diferentes corrientes de precarga que pueden programarse mediante diferentes valores de parámetros de carga (por ejemplo, bits 0..3) en un registro programable u otra memoria programable, por ejemplo.

5

Tabla 4

Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	Corriente de precarga
0	0	0	0	25mA
0	0	0	1	37,5mA
0	0	1	0	50mA
0	0	1	1	62,5mA
0	1	0	0	75mA
0	1	0	1	87,5mA
0	1	1	0	100mA
0	1	1	1	112,5mA
1	0	0	0	125mA
1	0	0	1	137,5mA
1	0	1	0	150mA
1	0	1	1	162,5mA
1	1	0	0	175mA
1	1	0	1	187,5mA
1	1	1	0	200mA
1	1	1	1	212,5mA

10 Mientras el sistema está suministrando una corriente de precarga constante, el sistema detecta el voltaje de la batería en 713. Si el voltaje de la batería permanece por debajo del umbral de precarga programado, el sistema seguirá suministrando la corriente de precarga y el temporizador continuará funcionando. Si el voltaje de la batería permanece por debajo del umbral de precarga cuando el temporizador expira en 714, el sistema generará un fallo de batería en 715 y finalizará el ciclo de carga en 716. El tiempo de espera de precarga también es programable. La siguiente tabla ilustra diferentes tiempos de espera que pueden programarse mediante diferentes valores de parámetros de carga (por ejemplo, bits 0..2) en un registro o memoria programable:

15

Tabla 5

Bit1	Bit0	Tiempo de espera de precarga
0	0	2621 s
0	1	5242 s
1	0	10484 s
1	1	Desactivado

20 Cuando la corriente de precarga aumenta el voltaje de la batería por encima del umbral de precarga, el sistema

conmutará al modo "normal" o de "carga rápida" en 717. En este modo, el sistema reiniciará un temporizador de carga rápida programable y suministrará una corriente constante programada, que tiene un máximo de 100 mA para un USB concentrador (USB HUB) o 500 mA para un USB principal (USB HOST). El temporizador de carga rápida también es programable de la forma siguiente:

5

Tabla 6

Bit1	Bit0	Tiempo de espera de carga rápida
0	0	20972 s
0	1	41943 s
1	0	83886 s
1	1	Desactivado

Durante la carga rápida, el voltaje de la batería se supervisa de nuevo en 718. Mientras el voltaje en la batería sea menor que el voltaje flotante programado ("Vflotante") el sistema de carga regulará la corriente constante programada en la batería en 719. La siguiente tabla ilustra las corrientes de carga rápida que pueden programarse para un USB concentrador (USB HUB). Las corrientes de carga rápida de un USB principal (USB HOST) se limitan a 100 mA como máximo. Esto puede hacerse usando el registro de precarga para la precarga, y reprogramando a continuación el registro para una corriente más alta durante la carga rápida, por ejemplo.

10

15

Tabla 7

Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	Corriente de carga rápida
0	0	0	0	125mA
0	0	0	1	150mA
0	0	1	0	175mA
0	0	1	1	200mA
0	1	0	0	225mA
0	1	0	1	250mA
0	1	1	0	275mA
0	1	1	1	300mA
1	0	0	0	325mA
1	0	0	1	350mA
1	0	1	0	375mA
1	0	1	1	400mA
1	1	0	0	425mA
1	1	0	1	450mA
1	1	1	0	475mA
1	1	1	1	500mA

Si el temporizador de carga rápida expira en 720 antes de que el voltaje en la batería alcance el umbral flotante en 721, el sistema enviará un fallo de batería en 715 y finalizará el ciclo de carga en 716. Sin embargo, si el voltaje de la batería aumenta al voltaje flotante programado antes de que expire el temporizador, el sistema hará una transición al modo de regulación de voltaje constante y ajustará un temporizador de voltaje constante. El voltaje flotante proporcionado a la batería también se ajusta mediante instrucciones de programación. La siguiente tabla muestra los voltajes flotantes disponibles que se pueden programar. A partir de la tabla siguiente se puede ver que se puede programar un intervalo de voltajes a la salida del cargador. Por lo tanto, una diversidad de baterías o condiciones de batería se pueden admitir mediante cargadores de batería que usan las técnicas descritas en el presente documento.

20

25

30

Tabla 8

Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	Voltaje flotante
0	0	0	0	0	4,000V
0	0	0	0	1	4,020V
0	0	0	1	0	4,040V
0	0	0	1	1	4,060V
0	0	1	0	0	4,080V
0	0	1	0	1	4,100V
0	0	1	1	0	4,120V
0	0	1	1	1	4,140V
0	1	0	0	0	4,160V
0	1	0	0	1	4,180V
0	1	0	1	0	4,200V
0	1	0	1	1	4,220V
0	1	1	0	0	4,240V
0	1	1	0	1	4,260V
0	1	1	1	0	4,280V
0	1	1	1	1	4,300V
1	0	0	0	0	4,320V
1	0	0	0	1	4,340V
1	0	0	1	0	4,360V
1	0	0	1	1	4,380V
1	0	1	0	0	4,400V
1	0	1	0	1	4,420V
1	0	1	1	0	4,440V
1	0	1	1	1	4,460V
1	1	0	0	0	4,480V
1	1	0	0	1	4,500V
1	1	0	1	0	4,520V
1	1	0	1	1	4,540V
1	1	1	0	0	4,560V
1	1	1	0	1	4,580V
1	1	1	1	0	4,600V
1	1	1	1	1	4,620V

Mientras el voltaje en la salida se mantenga en el voltaje flotante programado, la corriente en la batería comenzará a bajar (disminuir). El sistema de carga supervisa la corriente en 723, y si la corriente en la batería durante la regulación de voltaje constante disminuye por debajo de un umbral de corriente de finalización programado, el sistema finalizará el ciclo de carga en 725. De forma alternativa, si la corriente en la batería permanece por encima del umbral de finalización programado más tiempo que el temporizador de voltaje constante programado en 724, entonces el sistema puede agotar el tiempo de espera en 724, generar un fallo de batería en 715 y finalizar el ciclo de carga en 716. Si la corriente cae por debajo del umbral de corriente de finalización programado antes de que

expire el temporizador, entonces el cargador finalizará el ciclo de carga y hará una transición a un modo de espera en 725. Mientras está en modo de espera, el sistema supervisará el voltaje de la batería, y si el voltaje de la batería cae por debajo de un nivel predefinido (por ejemplo, 100 mV por debajo del voltaje flotante programado), el sistema puede entrar en un ciclo de "rellenado".

5 La Fig. 8 ilustra un cargador de baterías de conmutación 801 que incluye un regulador de conmutación 803 de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. La electrónica del dispositivo 802 incluye un terminal de suministro de alimentación ("Vcc") que recibe potencia de la batería 850. Cuando la batería 850 se agota, se puede recargar acoplando voltaje y corriente desde una fuente de alimentación a 810 a la batería 850 a través de un regulador de conmutación 803 y un filtro 804. Por ejemplo, como se ha mencionado anteriormente, la fuente de alimentación puede ser una fuente de alimentación de CC de un puerto USB, por ejemplo. Debe entenderse que las técnicas descritas en el presente documento pueden aplicarse también a fuentes de alimentación de CA. Así pues, la Fig. 8 es un sistema de ejemplo que usa alimentación de CC. El regulador de conmutación 803 puede incluir un dispositivo de conmutación 821, un circuito de conmutación ("conmutador") 822, un controlador de corriente ajustable 823, un circuito de detección de salida 825 y un circuito de detección de entrada 824. El regulador de conmutación 803 se distingue de un regulador lineal en que el regulador de conmutación 803 incluye un circuito de conmutación 822 que genera una señal de control de conmutación 822A en los terminales de control del transistor 821. Por ejemplo, el dispositivo de conmutación 821 puede ser un transistor PMOS. Sin embargo, debe entenderse que el dispositivo de conmutación puede implementarse usando otros tipos de dispositivos tales como uno o más transistores bipolares o MOS, por ejemplo.

En el modo de control de corriente, el circuito de detección de salida 825 detecta la corriente de salida en la batería. El controlador de corriente 823 se acopla al circuito de detección de salida 825 para controlar la corriente de salida. El controlador de corriente 823 recibe entradas del circuito de detección de salida correspondientes a la corriente de salida. El controlador de corriente 823 usa estas entradas para controlar el circuito de conmutación 822, que a su vez proporciona señales al terminal de control del dispositivo de conmutación 821 que modifican la corriente de salida. Un esquema de control de conmutación de ejemplo puede incluir la modulación por anchura de impulsos del terminal de control del dispositivo de conmutación 821. La salida del regulador de conmutación 803 se acopla a través de un filtro 804 a un terminal de la batería 850. Los voltajes o corrientes en el terminal de la batería pueden controlarse detectando el voltaje o la corriente de la batería en la batería. En el modo de control de corriente, el controlador de corriente 823 puede recibir la corriente de la batería detectada y modificar la señal de control 822A para cambiar el comportamiento del circuito de conmutación 822 y el dispositivo de conmutación 821 para mantener la corriente de la batería en un valor controlado. De manera similar, en el modo de control de voltaje, un controlador de voltaje (descrito más adelante) puede recibir el voltaje de la batería detectado y modificar la señal de control 822A para cambiar el comportamiento del circuito de conmutación 822 y el dispositivo de conmutación 821 para mantener el voltaje de la batería en un valor controlado. En consecuencia, los voltajes o corrientes a la batería se pueden mantener en valores controlados. Como se describe con más detalle más adelante, el controlador de corriente 823 puede incluir otra entrada acoplada bien al voltaje en la batería o a la corriente de entrada al regulador de conmutación para controlar la modificación de la corriente de la batería a medida que el voltaje en la batería aumenta. Dado que bien el voltaje de la batería o la corriente de entrada se pueden usar con este fin, el sistema puede incluir un circuito de detección de entrada 824.

En un modo de realización, el regulador de conmutación 803 recibe un voltaje y una corriente de la fuente de alimentación 810 y proporciona una corriente de carga a la batería que es mayor que la corriente recibida de la fuente de alimentación. Por ejemplo, si el voltaje recibido de la fuente de alimentación es mayor que el voltaje de la batería, entonces el regulador de conmutación puede proporcionar una corriente de carga en la batería que es mayor que la corriente de entrada al regulador de conmutación. Cuando el voltaje en la entrada del regulador de conmutación es mayor que el voltaje en la batería (a veces denominada configuración "Buck" (reductora)), la relación voltaje-corriente "ideal" del regulador de conmutación se da de la forma siguiente:

$$\mathbf{V_{out} = C * V_{in};}$$

y

$$\mathbf{l_{out} = l_{in}/C,}$$

donde C es una constante. Por ejemplo, en un regulador de conmutación modulado por anchura de impulsos, C es el "ciclo de servicio", D, de la forma de onda de conmutación en la entrada de control del (de los) dispositivo(s) de conmutación. Las ecuaciones anteriores ilustran que la corriente de salida es una función de la corriente de entrada, el voltaje de entrada y el voltaje de salida de la forma siguiente:

$$\mathbf{l_{out} = l_{in} * (V_{in}/V_{out}).}$$

Debe entenderse que las ecuaciones anteriores aplican a un regulador buck (reductor) "ideal". En una implementación real, la capacidad máxima de la salida disminuye debido a las no idealidades (es decir, pérdidas de eficiencia), que pueden ser alrededor del 10 % (es decir, eficiencia, $\eta = 90\%$). Las ecuaciones anteriores ilustran que

la corriente de carga en la batería 850 puede ser mayor que la corriente de entrada (por ejemplo, si el voltaje de entrada V_{in} es mayor que el voltaje de salida). Por otra parte, al comienzo de un ciclo de carga, el voltaje de la batería es menor que en un punto en el tiempo posterior en el ciclo de carga. Así pues, al comienzo del ciclo de carga la corriente en la batería puede ser mayor (por ejemplo, cuando V_{in}/V_{batt} es mayor; donde $V_{batt} = V_{out}$) que la corriente en la batería en puntos de tiempo posteriores en el ciclo de carga (por ejemplo, cuando V_{in}/V_{batt} es menor). En un modo de realización, la corriente en la batería (por ejemplo, la corriente de salida del regulador de conmutación) se controla y ajusta a un valor inicial, y a medida que el voltaje de la batería aumenta, la corriente de salida se reduce. Las ecuaciones anteriores ilustran que a medida que el voltaje de la batería aumenta, la corriente en el regulador de conmutación comenzará a aumentar para una corriente dada en la salida del regulador de conmutación. Este efecto es consecuencia de las relaciones voltaje-corriente en el regulador de conmutación mostrado anteriormente. Por ejemplo, si I_{out} y V_{in} son fijos, entonces I_{in} debe aumentar a medida que V_{out} aumenta. En consecuencia, diferentes modos de realización pueden detectar el voltaje de salida o la corriente de entrada, y reducir la corriente en la batería a medida que el voltaje de la batería aumenta.

Por ejemplo, el regulador de conmutación 803 puede funcionar en un modo de control de corriente, en el que el circuito de detección de salida 825 detecta la corriente de salida del regulador de conmutación (por ejemplo, la corriente de entrada de la batería), y el controlador de corriente 823 controla la reducción de corriente en la batería a medida que el voltaje en la batería aumenta. En un modo de realización, el controlador de corriente 823 puede reducir la corriente de la batería en señales de control de respuesta correspondientes a un voltaje de la batería en aumento, que indican al controlador de corriente 823 que reduzca la corriente de batería. En otro modo de realización, el circuito de detección de entrada 824 detecta la corriente de entrada al regulador de conmutación, y el controlador de corriente 823 reduce la corriente en la batería en respuesta a señales de control correspondientes a una corriente de entrada en aumento. De forma equivalente, otros parámetros relacionados con la corriente de entrada o el voltaje de la batería podrían supervisarse para obtener la información deseada para ajustar la corriente en la batería. En un modo de realización, un controlador (que se describe con más detalle más adelante) se usa para generar una o más señales de control en el controlador de corriente en respuesta a la primera corriente de entrada o el primer voltaje de salida. Un controlador es un circuito que recibe el parámetro detectado (por ejemplo, corriente de entrada o voltaje de la batería como una señal analógica o digital) y genera una o más señales de control en el controlador de corriente 823 para ajustar la corriente en la salida. Circuitos de detección, controladores y controladores de corriente pueden implementarse como circuitos analógicos (en su totalidad o en parte) de tal manera que la corriente de salida del regulador de conmutación (por ejemplo, la corriente de carga de la batería) se reduce de forma continua a medida que el voltaje de salida del regulador de conmutación aumenta. En otro modo de realización, los controladores y/o controladores de corriente pueden implementarse como circuitos digitales (en su totalidad o en parte) de tal manera que la corriente de carga de la batería se reduce gradualmente a medida que el voltaje de la batería aumenta. Ejemplos de estos circuitos se describen más adelante.

La Fig. 9 ilustra la carga de una batería usando un regulador de conmutación de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. En 901, un voltaje de entrada y una corriente de entrada se reciben en la entrada de un regulador de conmutación. En 902, una corriente de salida de conmutación y un voltaje en la salida del regulador de conmutación se acoplan al terminal de una batería. Por ejemplo, un terminal de salida de un transistor de conmutación puede acoplarse a través de un filtro al terminal de la batería. En 903, un voltaje de salida (por ejemplo, el voltaje de la batería) y una corriente de salida (por ejemplo, la corriente de entrada de la batería) se generan en la salida del regulador de conmutación. En 904, la corriente en la batería se reduce a medida que el voltaje de salida en la batería aumenta. Como se ha mencionado anteriormente, el regulador de conmutación puede detectar la subida en el voltaje de la batería detectando bien el voltaje de la batería directamente, la corriente de entrada u otros parámetros relacionados.

Las Figs. 10A-B ilustran la carga de una batería usando un regulador de conmutación de acuerdo con modos de realización de la presente invención. El gráfico en la Fig. 10A muestra la corriente trazada en el eje vertical derecho y el voltaje en la batería en el eje vertical izquierdo frente al tiempo en el eje horizontal. El voltaje en la batería con el tiempo se muestra mediante la línea 1001, la corriente en la batería se muestra mediante la línea 1002, y la corriente en el regulador de conmutación se muestra mediante la línea 1003. Este ejemplo ilustra un ciclo de carga para cargar una batería de $Li+$ muy agotada. La batería se carga en dos modos básicos: un modo de control de corriente ($t = 0, t_2$) y un modo de control de voltaje ($t = t_2, t_3$). En este ejemplo, el voltaje en la batería está inicialmente por debajo de un umbral particular (por ejemplo, 3 voltios), lo cual indica que la batería está muy agotada. En consecuencia, el modo de control de corriente puede generar inicialmente una corriente de precarga constante 1010 (por ejemplo, 100 mA). La corriente de precarga constante 1010 hará que el voltaje de la batería comience a aumentar. Cuando el voltaje de la batería aumente por encima de un umbral de precarga 1020 (por ejemplo, 3 voltios), el sistema aumentará la corriente obtenida en la batería. La segunda corriente a veces se denomina la corriente de "carga rápida".

Como se muestra en la Fig. 10A, la corriente en la batería puede ser mayor que la corriente recibida mediante el regulador de conmutación. Por ejemplo, al comienzo del ciclo de carga rápida, la corriente en la batería puede ajustarse inicialmente a 750 mA, mientras que la corriente en el regulador de conmutación es de 500 mA. En consecuencia, el voltaje en la batería comenzará a aumentar a medida que la batería se carga. A medida que el voltaje de la batería aumenta, la corriente a la batería puede reducirse de tal manera que la corriente de entrada

permanece aproximadamente constante. Como se ha mencionado anteriormente, si el voltaje en la batería aumenta, y si la corriente suministrada mediante el regulador de conmutación permanece constante, la corriente en el regulador de conmutación comenzará a aumentar. En algunas aplicaciones puede ser deseable mantener la corriente de entrada por debajo de unos valores umbrales de tal manera que la potencia total en el regulador de conmutación no supere la potencia total disponible en la fuente de alimentación. Por ejemplo, si la fuente de alimentación es un puerto USB, entonces la corriente máxima puede ser bien 100 mA o 500 mA, dependiendo del tipo de puerto USB (principal (HOST) o concentrador (HUB)). En este ejemplo, la corriente de entrada se mantiene aproximadamente constante y la corriente a la batería se reduce a medida que el voltaje de la batería aumenta. Por ejemplo, cuando el voltaje de la batería aumenta por encima de 3 voltios en 1020B, la corriente en la batería se reduce a aproximadamente 700 mA. En la Fig. 10A se puede ver que la corriente disminuye sucesivamente a medida que el voltaje en la batería aumenta para mantener la corriente de entrada aproximadamente constante. Como se ha mencionado anteriormente, se pueden usar técnicas bien analógicas o digitales para controlar la corriente de la batería. De forma adicional, el sistema puede detectar bien la corriente de entrada al regulador de conmutación o el voltaje de la batería para implementar el control de corriente de la batería.

Cuando el voltaje en la batería aumenta por encima de un umbral 1030A en el tiempo t_2 , el sistema puede hacer una transición de forma automática para proporcionar un voltaje constante a la batería (por ejemplo, el voltaje "flotante"). Cuando la batería aumenta al voltaje flotante durante el modo de control de corriente, el sistema hará una transición hasta el modo de control de voltaje y mantendrá el voltaje flotante en la batería. Mientras el sistema está en modo de control de voltaje, la corriente 1030 en la batería comenzará a disminuir (por ejemplo, "bajar" o "caer"). En algunos modos de realización, puede ser deseable apagar el cargador después de que la corriente alcanza un umbral mínimo 1040. Así pues, cuando la corriente de la batería cae por debajo de un valor mínimo, el sistema puede desconectar automáticamente el cargador y terminar el ciclo de carga en el tiempo t_3 .

La Fig. 10B ilustra la corriente de entrada a un regulador de conmutación y la corriente de la batería proporcionada mediante el regulador de conmutación frente al voltaje de la batería. El gráfico de la Fig. 10B muestra la corriente trazada en el eje vertical izquierdo y el voltaje de la batería en el eje horizontal. Inicialmente, el voltaje de la batería está por debajo de un umbral (por ejemplo, 3 voltios), el sistema está en modo de precarga y el regulador de conmutación se ajusta para proporcionar una corriente de precarga constante 1010A (por ejemplo, 100 mA) a la batería. En consecuencia, la corriente de entrada 1010B es menor que la corriente de la batería (por ejemplo, < 100mA). Cuando el sistema hace una transición al modo de carga rápida (por ejemplo, como una consecuencia de que el voltaje de la batería aumenta por encima de un valor umbral, tal como 3 voltios), la corriente de la batería puede reajustarse desde un valor de precarga a un valor máximo 1002A (por ejemplo 700 mA). Cuando la corriente suministrada a la batería desde el regulador de conmutación se aumenta, la corriente de entrada se aumenta de forma similar a un nuevo valor 1003A (por ejemplo, aproximadamente 475 mA). Sin embargo, cuando el voltaje de la batería aumenta por encima del umbral, la corriente de entrada aumentará si la corriente de salida se mantiene constante. En algunas aplicaciones, la fuente de alimentación, tal como una fuente de alimentación del USB, puede no ser capaz de suministrar corriente de entrada al regulador de conmutación por encima de un valor máximo (por ejemplo, 500 mA para USB). El valor de entrada máximo puede tenerse en cuenta cuando se ajusta la corriente en la batería. En consecuencia, cuando la corriente de entrada aumenta a un valor umbral (por ejemplo, un nivel permisible máximo tal como 500 mA), el sistema puede reajustar la corriente de la batería a un nuevo valor 1002B menor que el valor anterior de tal manera que la corriente de entrada se reduce en consecuencia por debajo del umbral en 1003B (por ejemplo, aproximadamente 450 mA). La corriente de salida en la batería puede reducirse gradualmente a medida que el voltaje de salida en la batería aumenta de tal manera que la corriente de entrada permanece por debajo de un umbral como se muestra en la Fig. 10B. En un modo de realización, la corriente de salida se reduce gradualmente en respuesta a la detección de la corriente de entrada al regulador de conmutación, y a la determinación de que la corriente de entrada ha aumentado por encima de un umbral. En otro modo de realización, la corriente de salida se reduce gradualmente en respuesta a la detección del voltaje de la batería.

La Fig. 11 ilustra una implementación de ejemplo de un sistema de carga de baterías 1100 de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. Este ejemplo ilustra una posible implementación usando un controlador digital 1145 y almacenamiento programable para ajustar la corriente de la batería a medida que el voltaje de la batería aumenta. El cargador de baterías 1100 incluye un regulador de conmutación 1110 que tiene una entrada para recibir voltaje y corriente de entrada de una fuente de alimentación. La salida del regulador de conmutación 1110 se acopla a la batería 1150 a través de un filtro que comprende un inductor 1103 y un condensador 1104. Una resistencia de detección de corriente 1101 también se puede incluir en el trayecto de corriente a la batería. Un controlador de corriente 1120 tiene una primera entrada acoplada a un primer terminal de la resistencia de detección de corriente 1101 y una segunda entrada acoplada a un segundo terminal de la resistencia de detección de corriente 1101 para detectar la corriente de la batería. En el modo de control de corriente, el controlador de corriente 1120 recibe la corriente de la batería detectada y proporciona una señal de control a una entrada de control del regulador de conmutación 1110. En este ejemplo, el controlador de corriente 1120 es un controlador de corriente ajustable, e incluye una entrada de control 1120A que recibe señales de control para ajustar la corriente de salida generada por el regulador de conmutación. El sistema 1100 incluye además un controlador de voltaje 1130 para el modo de control de voltaje de un ciclo de carga. El controlador de voltaje 1130 incluye una primera entrada acoplada al terminal de la batería para detectar el voltaje de la batería. En el modo de control de voltaje, la salida del controlador de voltaje 1130 genera una señal de control en el regulador de conmutación 1110. En este ejemplo, el controlador

de voltaje 1130 es un controlador de voltaje ajustable e incluye una entrada de control 1130A para ajustar la corriente de salida generada por el regulador de conmutación. El sistema de carga 1100 incluye además almacenamiento de datos acoplado al controlador de corriente 1120 y al controlador de voltaje 1130 para configurar el regulador de conmutación en los modos de control de corriente y control de voltaje como se ha descrito anteriormente.

En este ejemplo, un controlador digital 1145 se usa para modificar la entrada de control del controlador de corriente 1120 para cambiar la corriente de la batería a medida que el voltaje en la batería aumenta. En un modo de realización, un circuito de detección (por ejemplo, una resistencia de detección de entrada 1102) se puede usar para detectar la corriente de entrada del regulador de conmutación. En este ejemplo, la resistencia de detección de entrada 1102 es el medio para detectar la primera corriente de entrada recibida por el regulador de conmutación. Medios de detección equivalentes pueden incluir técnicas de detección de transistores o inductivas, por ejemplo. Los terminales de la resistencia 1102 se acoplan al controlador digital 1145 a través de un convertidor analógico-a-digital ("A/D") 1148. En otro modo de realización, el voltaje en la batería puede acoplarse al controlador digital 1145 a través del A/D 1149. Una diversidad de técnicas pueden usarse para A/D y DAC. En este ejemplo, el DAC 1124, el registro 1122, el controlador digital 1145 y bien el A/D 1148 o el A/D 1149 comprenden los medios para generar la señal de control en el controlador de corriente en respuesta a la primera corriente de entrada o el primer voltaje de salida. Debe entenderse que pueden usarse otras técnicas de detección y circuitos de control, y que la detección mediante resistencia, A/D, registros y DAC son solo un ejemplo. El controlador 1145 recibe la corriente de entrada o el voltaje de salida detectados y ajusta el controlador de corriente 1120 para controlar la corriente de la batería como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, el controlador digital 1145 puede usarse para programar elementos de almacenamiento de datos con parámetros de carga, los cuales, a su vez, se convierten en señales analógicas y se acoplan a la entrada de control 1120A del controlador de corriente 1120. Los parámetros de carga en el almacenamiento de datos pueden programarse a través del controlador 1145 usando un bus digital 1141 (por ejemplo, un bus serie o paralelo), por ejemplo. En consecuencia, los parámetros de carga pueden cambiarse bajo el control de un algoritmo de software predefinido. El controlador 1145 puede incluirse en el mismo circuito integrado que el regulador de conmutación y los circuitos del cargador de baterías de conmutación, o el controlador 1145 puede incluirse en otro circuito integrado en el dispositivo electrónico. En un modo de realización, el bus digital se puede acoplar a o implementar usando un bus I²C o un bus serie universal ("USB"), por ejemplo.

A medida que el voltaje de la batería aumenta, el controlador digital 1145 puede reprogramar el registro 1122 para cambiar la corriente de la batería. Por ejemplo, el controlador digital 1145 puede comparar el voltaje de la batería con un umbral (bien en software o en hardware), y reprogramar el registro 1122 si el voltaje de la batería está por encima del umbral. A medida que el voltaje de la batería aumenta, el controlador 1145 puede comparar el voltaje de la batería con diferentes umbrales para cambiar la corriente de salida. Los umbrales se pueden separar de forma lineal, por ejemplo, o determinarse de acuerdo con requisitos del sistema particular. De forma alternativa, el controlador digital 1145 puede comparar la corriente de entrada del regulador con un umbral (bien en software o en hardware), y reprogramar el registro 1122 si la corriente de entrada está por encima del umbral.

La Fig. 12 ilustra una implementación de ejemplo de un sistema de carga de baterías 1200 de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. Este ejemplo ilustra una posible implementación usando un controlador analógico 1245 para ajustar la corriente de la batería a medida que el voltaje de la batería aumenta. El cargador de baterías 1200 incluye un regulador de conmutación 1210 que tiene una entrada para recibir voltaje y corriente de una fuente de alimentación. La salida del regulador de conmutación 1210 se acopla a la batería 1250 a través de un filtro que comprende un inductor 1203 y un condensador 1204. Como se ha descrito para el sistema de carga de baterías 1100 en la Fig. 11, en el modo de control de corriente, el controlador de corriente 1220 detecta la corriente de salida y proporciona una señal de control a una entrada de control del regulador de conmutación 1210 para controlar la corriente obtenida en la batería. En este ejemplo, una resistencia de detección de corriente 1201 se incluye en el trayecto de corriente a la batería, y un controlador de corriente 1220 tiene una primera entrada acoplada a un primer terminal de la resistencia de detección de corriente 1201 y una segunda entrada acoplada a un segundo terminal de la resistencia de detección de corriente 1201 para detectar la corriente de la batería. Como en el cargador 1100 en la Fig. 11, el controlador de corriente 1220 es un controlador de corriente ajustable, e incluye una entrada de control 1246 que recibe señales de control para ajustar la corriente de salida generada por el regulador de conmutación. El sistema 1200 incluye además un controlador de voltaje 1230 para el modo de control de voltaje de un ciclo de carga. El controlador de voltaje 1230 incluye una primera entrada acoplada al terminal de la batería para detectar el voltaje de la batería. En el modo de control de voltaje, la salida del controlador de voltaje 1230 genera una señal de control en el regulador de conmutación 1210.

En este ejemplo, el controlador analógico 1245 proporciona los medios para generar la señal de control en el controlador de corriente en respuesta a la primera corriente de entrada o el primer voltaje de salida. El controlador analógico 1245 se puede acoplar a bien el terminal de la batería para detectar el voltaje de la batería o a un circuito de detección de la corriente de entrada para detectar la corriente de entrada al regulador de conmutación. En este ejemplo, el circuito de detección de la corriente de entrada es una resistencia de detección de corriente 1202 acoplada a la entrada del regulador de conmutación 1210. En este ejemplo, el controlador analógico 1245 puede tener una entrada acoplada a la batería, o el controlador analógico 1245 puede incluir dos entradas acopladas a través de la resistencia de detección 1201. En respuesta a bien la corriente de entrada detectada o el voltaje de la

batería, el controlador analógico modifica una o más señales de control en la entrada de control 1246 del controlador de corriente 1220 para cambiar la corriente de la batería. El controlador analógico 1245 puede usar una diversidad de técnicas de circuitos de entrada o salida diferentes para detectar la corriente de entrada o el voltaje de la batería y generar la señal o señales apropiadas dependiendo de la implementación particular del controlador de corriente 1220. Por ejemplo, el controlador analógico 1245 puede incluir amplificadores, fuentes de corriente, limitadores y/o circuitos de comparación, por ejemplo, para procesar los voltajes o corrientes detectados y generar una o más señales de control en la entrada de control 1246 al controlador de corriente 1220 para ajustar la corriente de la batería. Debe entenderse que pueden usarse diversos circuitos de detección y circuitos analógicos. Así pues, la corriente de la batería generada en el modo de control de corriente puede ajustarse mediante el controlador analógico 1245 en respuesta a bien la entrada de voltaje de la batería la detectado o la corriente de entrada detectada. En consecuencia, el controlador de corriente 1220 puede generar una corriente en la batería que es mayor que la corriente en el regulador de conmutación como se ha descrito anteriormente. El controlador de corriente 1220 puede detectar la corriente de entrada en la batería y la señal de control del controlador analógico 1245, y la corriente de la batería puede reducirse a medida que el voltaje en la batería aumenta.

La Fig. 13 es un ejemplo de un cargador de baterías de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. El cargador de baterías 1300 incluye un controlador de voltaje 1301, un controlador de corriente 1302 y un regulador de conmutación 1303 acoplado a un transistor 1307 (por ejemplo, un transistor PMOS) para controlar el voltaje y la corriente acoplados entre un terminal de entrada 1308 y un terminal de salida 1309. El controlador de corriente 1302 incluye un primer terminal de entrada 1310 y un segundo terminal de entrada 1311 para detectar la corriente a través de una resistencia de detección de corriente de salida (por ejemplo, resistencia de 0,1 Ohm). El terminal 1310 se acopla al terminal positivo de la resistencia, que se acopla al terminal 1309 del transistor 1307, y el terminal 1311 se acopla al terminal negativo de la resistencia, que se acopla a una batería (en un regulador de conmutación, el terminal 1309 se acopla a un inductor, y el otro terminal del inductor puede acoplarse al terminal 1310). El controlador de corriente 1302 incluye además una entrada de control 1350 para controlar la cantidad de corriente generada por el regulador de conmutación en respuesta a la corriente detectada entre los terminales 1310 y 1311. La salida del controlador de corriente 1302 se acopla a la entrada del regulador 1303. El controlador de voltaje 1301 incluye un terminal de entrada de detección de la batería 1312, que se acopla a la batería, y una entrada de control 1351, que puede acoplarse a un DAC, por ejemplo. La salida del controlador de voltaje 1301 también se acopla a la entrada del regulador de conmutación 1303. El regulador de conmutación 1303 puede incluir un amplificador de errores 1304 que tiene una primera entrada acoplada a un voltaje de referencia 1314 (por ejemplo, 1 voltio) y un segundo terminal de entrada acoplado a la salida del controlador de voltaje 1301 y el controlador de corriente 1302. La salida del amplificador de errores 1304 se acopla a la entrada de un circuito de conmutación 1305, tal como una entrada de control del ciclo de servicio de un circuito de modulación por anchura de impulsos ("PWM"), por ejemplo. Debe entenderse que podrían usarse diversas técnicas de conmutación para poner en práctica la presente invención. El nodo 1313 es un nodo de realimentación negativa del regulador. Así pues, bajo bien control de corriente o control de voltaje, el bucle ajustará el nodo 1313 al mismo voltaje que el voltaje de referencia del amplificador de errores (por ejemplo, 1 voltio).

La Fig. 14 es un ejemplo de un controlador de voltaje de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. El controlador de voltaje 1400 es solo un ejemplo de un circuito de control que se puede usar para poner en práctica diferentes modos de realización de la invención. En este ejemplo, un terminal de detección de batería 1401 se acopla a una batería a cargar. Un segundo terminal de entrada 1402 se acopla a una entrada de control (por ejemplo, la salida de un convertidor digital a analógico) ("Vctrl") para ajustar el voltaje en el terminal de la batería a un valor de voltaje programado. El terminal 1402 puede acoplarse a través de Vctrl a un registro o memoria que almacena un parámetro de carga para ajustar el voltaje en la batería. El voltaje de la batería se puede ajustar cambiando el parámetro de carga, cambiando así el voltaje en el terminal 1402 en un intervalo de valores diferentes. Por ejemplo, como se ha mencionado anteriormente, la salida del controlador de voltaje 1400, DIFF, se ajustará al mismo voltaje que la referencia del amplificador de errores, que es 1 voltio en este ejemplo. Una red sumatoria diferencial que incluye amplificadores 1404 y 1405 y la red de resistencias 1406-1412 establecen la siguiente relación entre el voltaje en la salida, DIFF, el voltaje de la batería, BDETECCIÓN y el voltaje, Vctrl:

$$\text{DIFF} = \text{BDETECCIÓN} - (2,45\text{V} + \text{Vctrl}).$$

Así pues, cuando DIFF se ajusta a 1 voltio mediante el bucle de realimentación, el voltaje de la batería es una función del voltaje en Vctrl.

$$\text{BDETECCIÓN} = 3,45 + \text{Vctrl}; \text{ cuando DIFF} = 1 \text{ voltio.}$$

En consecuencia, el voltaje de la batería se puede programar cambiando los valores digitales de bits acoplados a la entrada de un DAC que ajusta Vctrl.

La Fig. 15 es un ejemplo de un controlador de corriente de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. El controlador de corriente 1500 es solo un ejemplo de un circuito de control que se puede usar para poner en práctica diferentes modos de realización de la invención. En este ejemplo, los terminales de detección de corriente positivo y negativo 1502-1503 se acoplan a través de una resistencia de detección en la entrada de una

batería a cargar. El terminal de entrada de control 1501 se acopla a un voltaje de control ("Vctrl") para ajustar la corriente controlada en la batería en respuesta a un controlador digital o analógico. Por ejemplo, Vctrl puede recibir un voltaje analógico de un circuito analógico que es sensible a bien el voltaje de salida o la corriente de entrada para reducir la corriente de la batería a medida que el voltaje de la batería aumenta. De forma alternativa, el terminal 1501 puede acoplarse a través de un convertidor digital-a-analógico ("DAC") a un registro o memoria que almacena un parámetro de carga para ajustar la corriente en la batería. La corriente de la batería puede ajustarse mediante un controlador digital en respuesta a bien el voltaje de la batería o la corriente de entrada cambiando un parámetro de carga, cambiando así el voltaje en el terminal 1501 en un intervalo de valores diferentes. Como un ejemplo, como se ha mencionado anteriormente, la salida del controlador de corriente 1500, DIFF, se ajustará al mismo voltaje que la referencia del amplificador de errores, que es 1 voltio en este ejemplo. Una red sumatoria diferencial que incluye los amplificadores 1505 y 1506 y la red de resistencias 1507-1514 establecen la siguiente relación entre el voltaje en la salida, DIFF, la corriente de la batería medida por los voltajes, CDETECCIÓN+ y CDETECCIÓN-, y el voltaje de control:

$$\text{DIFF} = R2/R1 (\text{CDETECCIÓN+} - \text{CDETECCIÓN-}) + \text{Vctrl}.$$

Así pues, cuando DIFF se ajusta a 1 voltio mediante el bucle de realimentación, la corriente de la batería es una función del voltaje en Vctrl.

$$(\text{CDETECCIÓN+} - \text{CDETECCIÓN-}) = (1\text{V} - \text{Vctrl})/5; \text{ cuando DIFF} = 1 \text{ voltio y } R2/R1=5.$$

En consecuencia, la corriente suministrada a la batería mediante el regulador de conmutación puede cambiarse cambiando el voltaje de control (por ejemplo, cambiando los valores digitales de bits acoplados a la entrada del DAC). Mientras que los circuitos anteriores en las Figs. 13-14 usan técnicas sumatorias diferenciales, debe entenderse que podrían usarse otras técnicas sumatorias de corriente y/o voltaje para detectar la corriente y el voltaje de salida de la batería y generar señales de control para ajustar la entrada de control de un regulador de conmutación.

En referencia a las Figs. 13-15, una característica de la presente invención puede incluir la conexión de las salidas del controlador de corriente y el controlador de voltaje al regulador de conmutación usando una configuración "O cableada". Por ejemplo, en un modo de realización, el transistor reductor de salida del amplificador 1405 en el controlador de voltaje 1400 y el transistor reductor de salida del amplificador 1506 en el controlador de corriente 1500 son dispositivos "débiles". Por ejemplo, los dispositivos para absorber corriente desde el nodo DIFF son mucho más pequeños que los dispositivos en los amplificadores 1405 y 1506 para originar corriente en el nodo DIFF. Durante el modo de control de corriente, si el voltaje de la batería está por debajo del valor del voltaje de control en el nodo 1402 (por ejemplo, el umbral de control de corriente programada a control de voltaje), entonces la entrada positiva al amplificador 1405 (BDETECCIÓN) está por debajo de la entrada negativa, y la salida del amplificador 1405 intentará absorber corriente de DIFF. Sin embargo, la salida del amplificador del controlador de corriente 1506 llevará el nodo DIFF en la dirección positiva. Así pues, debido a que la salida reductora del amplificador 1405 es más débil que la salida elevadora del amplificador 1506, el sistema se dominará mediante el controlador de corriente constante 1500. De forma similar, cuando el voltaje en la batería (BDETECCIÓN) aumenta hasta el punto en el que las entradas positiva y negativa del amplificador 1405 son iguales, el controlador de voltaje dominará. En este punto, la corriente a través de la resistencia de detección comenzará a disminuir, y la salida del amplificador 1506 comenzará a reducirse. Sin embargo, debido a que la salida reductora del amplificador 1506 es más débil que la salida elevadora del amplificador 1405, el sistema se dominará mediante el controlador de voltaje constante 1400.

La Fig. 16 ilustra un ejemplo de controlador analógico de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. Un controlador de corriente 1620 incluye una primera entrada acoplada a "Cdetección+" y una segunda entrada acoplada a "Cdetección-". Aquí, Cdetección+ se acopla al terminal positivo de una resistencia de detección de corriente de salida, y Cdetección- se acopla al terminal negativo de la resistencia de detección de corriente de salida. El controlador de corriente 1620 generará una señal de control en la entrada de control 1604 del regulador de conmutación 1601. El regulador de conmutación 1601 incluye un circuito de conmutación 1603 que, a su vez, genera una señal de conmutación (por ejemplo, una señal modulada por anchura de impulsos) en la puerta del transistor de conmutación 1602 (el regulador de conmutación 1601 también puede incluir un amplificador de errores que se ha omitido con fines ilustrativos). El controlador de corriente 1620 incluye además una entrada de control, Vctrl. El voltaje en Vctrl se puede usar para controlar la corriente de la batería. En este ejemplo, el voltaje en la entrada de control al controlador de corriente 1620 se ajusta mediante una fuente de corriente 1645 en una resistencia 1646 ("R1"). Cuando el sistema está en modo de precarga, la corriente proporcionada por la fuente de corriente 1645 puede ser menor que la corriente proporcionada cuando el sistema está en modo de carga rápida. Cuando el sistema entra inicialmente en modo de carga rápida, la corriente en la resistencia 1646 puede ajustar un voltaje máximo en Vctrl correspondiente a la corriente de salida deseada máxima. La corriente de salida máxima al comienzo del ciclo de carga rápida puede ajustarse mediante una elección de diseño de varias formas, incluyendo la selección de la resistencia 1646. El voltaje Vdetección se obtiene de bien la corriente de entrada del regulador de conmutación o el voltaje de la batería. Inicialmente, cuando comienza el modo de carga rápida, el voltaje Vdetección polariza el transistor 1648 en el límite de conducción. A medida que el voltaje en la batería aumente, o a medida que la corriente de entrada al regulador de conmutación aumente, Vdetección aumentará. A medida que Vdetección

5 aumente, el transistor 1648 se encenderá y conducirá una corriente (por ejemplo, $V_{\text{detección}}/R_2$), lo cual se apropiará de corriente de la resistencia 1646, haciendo así que el voltaje en la entrada de control del controlador de corriente 1620 disminuya. En consecuencia, a medida que V_{ctrl} disminuye, el controlador de corriente 1620 reduce la corriente de salida generada por el regulador de conmutación 1601. Por lo tanto, a medida que el voltaje de la batería aumente o a medida que la corriente de entrada aumente, $V_{\text{detección}}$ hará que el controlador de corriente 1620 reduzca la corriente de salida de la batería.

10 La descripción anterior ilustra varios modos de realización de la presente invención junto con ejemplos de cómo pueden implementarse aspectos de la presente invención. Los ejemplos y modos de realización anteriores no deben considerarse como los únicos modos de realización, y se presentan para ilustrar la flexibilidad y ventajas de la presente invención como se define mediante las siguientes reivindicaciones. Basándose en la divulgación anterior y en las siguientes reivindicaciones, otras disposiciones, modos de realización, implementaciones y equivalentes serán evidentes para los expertos en la materia y pueden emplearse sin apartarse del espíritu y alcance de la invención como se define mediante las reivindicaciones. Los términos y expresiones que se han empleado en el presente documento se usan para describir los diversos modos de realización y ejemplos. Estos términos y expresiones no deben interpretarse como excluyendo equivalentes de las características mostradas y descritas, o partes de las mismas, reconociéndose que son posibles varias modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

20

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para cargar una batería (150, 450, 550, 850, 1150, 1250) mediante una fuente de alimentación (110, 810) que usa un regulador de conmutación (410, 510, 803, 1110, 1210, 1303, 1601) que comprende:
- 5 el almacenamiento de una pluralidad de parámetros de carga en uno o más elementos de almacenamiento de datos programables (112);
- la recepción (706) de una señal lógica (106) que indica una corriente de entrada máxima;
- 10 el suministro (717) de una corriente constante (212) desde dicho regulador de conmutación (410, 510, 803, 1110, 1210, 1303, 1601) a través de un filtro (104, 804) en dicha batería (150, 450, 550, 850, 1150, 1250) durante un primer periodo de tiempo, en el que la corriente constante (212) suministrada se ajusta mediante un primer parámetro de dichos parámetros de carga almacenados y el primer parámetro es variable en un intervalo de valores para programar la corriente constante (212) en un intervalo correspondiente de valores de corriente, en el que una corriente máxima para dicha batería (150, 450, 550, 850, 1150, 1250) se ajusta basándose en la corriente de entrada máxima; y
- 15 el suministro (722) de un voltaje constante (213) desde dicho regulador de conmutación (410, 510, 803, 1110, 1210, 1303, 1601) a través de dicho filtro (104, 804) en dicha batería (150, 450, 550, 850, 1150, 1250) durante un segundo periodo de tiempo después del primer periodo de tiempo si un voltaje en la batería (150, 450, 550, 850, 1150, 1250) está por encima de un primer umbral, en el que el voltaje constante (213) se ajusta mediante un segundo parámetro de dichos parámetros de carga almacenados y el segundo parámetro es variable en un intervalo de valores para programar el voltaje constante en un intervalo correspondiente de valores de voltaje.
- 20
2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicho intervalo de segundos valores de parámetros de carga incluye al menos un valor más alto, un valor más bajo, y una pluralidad de valores intermedios entre los valores más alto y más bajo, y en donde dicho voltaje constante (213) se programa al valor más alto, el valor más bajo, o cualquier valor intermedio mediante el segundo parámetro de carga en uno de los elementos de almacenamiento de datos programables.
- 30
3. El procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que dicho intervalo de primeros valores de parámetros de carga incluye al menos un valor más alto, un valor más bajo, y una pluralidad de valores intermedios entre los valores más alto y más bajo, y en el que dicha corriente constante (212) se programa al valor más alto, el valor más bajo, o cualquier valor intermedio mediante el primer parámetro de carga en uno de los elementos de almacenamiento de datos programables.
- 35
4. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el suministro de una corriente constante (212) comprende:
- 40 el suministro de una primera corriente de precarga constante (210) en dicha batería (150, 450, 550, 850, 1150, 1250) si un voltaje en dicha batería (150, 450, 550, 850, 115, 1250) está por debajo de un segundo umbral; y
- 45 el suministro de una segunda corriente constante en dicha batería (150, 450, 550, 850, 1150, 1250) si un voltaje en dicha batería (150, 450, 550, 850, 150, 1250) está por encima del segundo umbral, en el que la primera corriente de precarga constante (210) y la segunda corriente constante se ajustan mediante parámetros almacenados en al menos uno de los elementos de almacenamiento de datos programables.
- 50
5. El procedimiento según la reivindicación 4, en el que el segundo umbral se ajusta mediante un parámetro almacenado en al menos uno de los elementos de almacenamiento de datos programables.
- 55
6. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además la reprogramación de uno o más de los parámetros de carga almacenados en los elementos de almacenamiento de datos.
7. El procedimiento según la reivindicación 6, en el que los parámetros de carga se reprograman mientras la batería (150, 450, 550, 850, 1150, 1250) se está cargando.
- 60
8. El procedimiento según la reivindicación 6, en el que la corriente constante (212) se reprograma a una pluralidad de valores diferentes durante el primer periodo de tiempo.
9. El procedimiento según la reivindicación 6, en el que el uno o más parámetros de carga se reprograman de acuerdo con un algoritmo de software predefinido.
- 65

10. El procedimiento según la reivindicación 9, en el que el algoritmo cambia uno o más parámetros de carga mientras la batería (150, 450, 550, 850, 1150, 1250) se está cargando.
- 5 11. El procedimiento según la reivindicación 9, en el que el algoritmo cambia uno o más parámetros de carga en múltiples ciclos de carga.
12. El procedimiento según la reivindicación 9, en el que el algoritmo cambia la corriente constante (212) basándose en un voltaje o corriente de la batería detectados.
- 10 13. El procedimiento según la reivindicación 9, en el que el algoritmo se ejecuta en un procesador y el procesador reprograma uno o más de los elementos de almacenamiento de datos y, de acuerdo con los mismos, cambia uno o más parámetros de carga correspondientes.
- 15 14. El procedimiento según la reivindicación 9, en el que el algoritmo se almacena en una memoria no volátil.
- 15 15. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el elemento de almacenamiento de datos es un dispositivo de almacenamiento volátil.
- 20 16. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el elemento de almacenamiento de datos es un dispositivo de almacenamiento no volátil.
17. El procedimiento según la reivindicación 16, en el que la pluralidad de parámetros de carga se almacenan en el dispositivo de almacenamiento no volátil y se transfieren a un dispositivo de almacenamiento volátil.
- 25 18. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el regulador de conmutación (410, 510, 803, 1110, 1210, 1303, 1601) conmuta a una primera frecuencia, y en el que la primera frecuencia se ajusta mediante un parámetro almacenado en uno de los elementos de almacenamiento de datos programables.
- 30 19. El procedimiento según la reivindicación 4, que comprende además la medición de un tiempo en que la primera corriente de precarga constante se suministra a la batería (150, 450, 550, 850, 1150, 1250) y la finalización de la primera corriente de precarga constante si un voltaje en dicha batería (150, 450, 550, 850, 1150, 1250) está por debajo del segundo umbral después de un período de tiempo predeterminado, en el que el periodo de tiempo predeterminado se ajusta mediante un parámetro almacenado en uno de los elementos de almacenamiento de datos programables.
- 35 20. El procedimiento según la reivindicación 4, que comprende además la medición de un tiempo en que la segunda corriente constante se suministra a la batería (150, 450, 550, 850, 1150, 1250) y la finalización de la segunda corriente constante si un voltaje en dicha batería (150, 450, 550, 850, 1150, 1250) está por debajo del primer umbral después de un período de tiempo predeterminado, en el que el periodo de tiempo predeterminado se ajusta mediante un parámetro almacenado en uno de los elementos de almacenamiento de datos programables.
- 40 21. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además el tercer y cuarto parámetros almacenados, en el que el tercer parámetro se usa para programar un límite de sobre-temperatura y el cuarto parámetro se usa para programar un límite de sub-temperatura, y en donde si la temperatura de la batería (150, 450, 550, 850, 1150, 1250) está por encima del límite de sobre-temperatura o por debajo del límite de sub-temperatura, entonces la carga se suspende.
- 45 22. El procedimiento según la reivindicación 22, que comprende además un quinto parámetro almacenado, en el que el quinto parámetro se usa para programar una corriente de polarización en un sensor de temperatura de la batería.
- 50 23. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la corriente constante (212) comprende una primera corriente de precarga constante, y la primera corriente de precarga constante se ajusta mediante un primer parámetro de carga almacenado como una pluralidad de bits digitales.
- 55 24. El procedimiento según la reivindicación 23, en el que la corriente constante (212) comprende además una segunda corriente constante mayor que la primera corriente de precarga constante, y la segunda corriente constante se ajusta mediante un segundo parámetro de carga almacenado como una pluralidad de bits digitales.
- 60 25. El procedimiento según la reivindicación 24, que comprende además un segundo umbral para seleccionar entre la primera corriente de precarga constante y la segunda corriente constante, en el que el segundo umbral se ajusta mediante un tercer parámetro de carga almacenado como una pluralidad de bits digitales.
- 65 26. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el segundo parámetro correspondiente al voltaje

constante (212) se almacena como una pluralidad de bits digitales.

- 5
27. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que cada uno de la pluralidad de parámetros de carga se almacenan como una pluralidad de bits digitales, y cada parámetro de carga es programable por separado.
- 10
28. El procedimiento según la reivindicación 27, en el que los bits digitales correspondientes a la pluralidad de parámetros de carga se convierten en un parámetro analógico.
- 15
29. El procedimiento según la reivindicación 28, en el que el parámetro analógico es un voltaje o corriente analógica.
- 20
30. El procedimiento según la reivindicación 27, en el que los bits digitales se convierten a un parámetro analógico usando un convertidor digital-a-analógico.
- 25
31. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que los elementos de almacenamiento de datos se programan usando un bus digital.
- 30
32. El procedimiento según la reivindicación 31, en el que el bus digital comprende un bus serie.
33. El procedimiento según la reivindicación 31, en el que el bus digital comprende un bus paralelo.
34. El procedimiento según la reivindicación 31, en el que dicha batería comprende una batería de iones de litio, una batería de hidruro de níquel-metal o una batería de níquel-cadmio.
- 35
35. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que los parámetros de carga cambian una corriente de precarga constante, un umbral de precarga, una corriente de carga constante mayor que la corriente de precarga constante, un voltaje flotante, un umbral de corriente constante a voltaje constante, un umbral de corriente de finalización, un tiempo de espera de precarga, un tiempo de espera de carga rápida, un límite de sobre-temperatura, un límite de sub-temperatura, una corriente de polarización del termistor de coeficiente de temperatura negativo, o una frecuencia del regulador de conmutación en un intervalo de valores.
- 40
36. Un cargador de baterías programable (103, 400, 500, 801, 1100, 1200, 1300) que comprende:
- 45
- un regulador de conmutación (410, 510, 803, 1110, 1210, 1303, 1601) que tiene una primera entrada para recibir una fuente de alimentación (110, 810), una salida para proporcionar una salida regulada a través de un filtro (104, 804) a al menos una batería (150, 450, 550, 850, 1150, 1250), y una entrada de control;
- 50
- un controlador de corriente constante (420, 520, 823, 1120, 1220, 1302, 1620) que tiene una primera entrada acoplada a un primer elemento de almacenamiento de datos programable, una entrada de realimentación acoplada a al menos una entrada de detección de corriente, y una salida acoplada a la entrada de control del regulador de conmutación (410, 510, 803, 1110, 1210, 1303, 1601), en el que el primer elemento de almacenamiento de datos programable configura el controlador de corriente constante (212) para suministrar una primera corriente constante programada a dicha batería (150, 450, 550, 850, 1150, 1250) si un voltaje en dicha batería (150, 450, 550, 850, 1150, 1250) está por debajo de un primer umbral, en el que una corriente máxima para dicha batería (150, 450, 550, 850, 1150, 1250) se ajusta basándose en una corriente de entrada máxima indicada por una señal lógica recibida (106); y un controlador de voltaje constante (430, 530, 1130, 1230, 1301) que tiene una primera entrada acoplada a un segundo elemento de almacenamiento de datos programable, una segunda entrada acoplada a al menos una entrada de detección de voltaje, y una salida acoplada a la entrada de control del regulador de conmutación (410, 510, 803, 1110, 1210, 1303, 1601), en el que el segundo elemento de almacenamiento de datos programable configura el controlador de voltaje constante (430, 530, 1130, 1230, 1301) para suministrar uno de una pluralidad de voltajes constantes programados (212) a dicha batería (150, 450, 550, 850, 1150, 1250) si el voltaje en dicha batería (150, 450, 550, 850, 1150, 1250) está por encima del primer umbral, en el que los voltajes constantes programados (212) son variables en un intervalo de valores.
- 55
37. El cargador de baterías (103, 400, 500, 801, 1100, 1200, 1300) de la reivindicación 36, en el que dicho intervalo de valores de voltaje incluye al menos un valor más alto, un valor más bajo, y una pluralidad de valores intermedios entre los valores más alto y más bajo, y en el que dicho voltaje constante se programa al valor más alto, el valor más bajo, o cualquier valor intermedio mediante el segundo elemento de almacenamiento de datos programable.
- 60
38. El cargador de baterías (103, 400, 500, 801, 1100, 1200, 1300) de la reivindicación 36, que comprende además un tercer elemento de almacenamiento de datos programable acoplado al controlador de corriente constante (420, 520, 823, 1120, 1220, 1302, 1620), en el que el tercer elemento de almacenamiento de datos configura el controlador de corriente constante (420, 520, 823, 1120, 1220, 1302, 1620) para suministrar una
- 65

segunda corriente de precarga programada a dicha batería (150, 450, 550, 850, 1150, 1250) si un voltaje en dicha batería (150, 450, 550, 850, 1150, 1250) está por debajo del segundo umbral de precarga, y en el que la corriente de precarga es menor que la primera corriente constante programada.

- 5 **39.** El cargador de baterías (103, 400, 500, 801, 1100, 1200, 1300) de la reivindicación 38, que comprende además un cuarto elemento de almacenamiento de datos programable acoplado al controlador de corriente constante (420, 520, 823, 1120, 1220, 1620), en el que el cuarto elemento de almacenamiento de datos programable ajusta el segundo umbral de precarga.
- 10 **40.** El cargador de baterías (103, 400, 500, 801, 1100, 1200, 1300) de la reivindicación 39, que comprende además un multiplexor que tiene una primera entrada acoplada al primer elemento de almacenamiento de datos programable, una segunda entrada acoplada al tercer elemento de almacenamiento de datos programable, una entrada de control acoplada al cuarto elemento de almacenamiento de datos programable, y una salida acoplada al controlador de corriente constante (420, 520, 823, 1120, 1220, 1302, 1620).
- 15 **41.** El cargador de baterías (103, 400, 500, 801, 1100, 1200, 1300) de la reivindicación 40, que comprende además un comparador que tiene una primera entrada acoplada a un voltaje de referencia, una segunda entrada acoplada al cuarto elemento de almacenamiento de datos programable, y una salida acoplada a la entrada de control del multiplexor.
- 20 **42.** El cargador de baterías (103, 400, 500, 801, 1100, 1200, 1300) de la reivindicación 36, que comprende además un convertidor digital-a-analógico que tiene una primera entrada acoplada al primer elemento de almacenamiento de datos programable y una salida analógica acoplada al controlador de corriente constante (420, 520, 823, 1120, 1220, 1302, 1620).
- 25 **43.** El cargador de baterías (103, 400, 500, 801, 1100, 1200, 1300) de la reivindicación 38, que comprende además un convertidor digital-a-analógico que tiene una primera entrada acoplada al primer elemento de almacenamiento de datos programable o al tercer elemento de almacenamiento de datos programable, y una salida analógica acoplada al controlador de corriente constante (420, 520, 823, 1120, 1220, 1302, 1620).
- 30 **44.** El cargador de baterías (103, 400, 500, 801, 1100, 1200, 1300) de la reivindicación 36, que comprende además un convertidor digital-a-analógico que tiene una primera entrada acoplada al segundo elemento de almacenamiento de datos programable y una salida analógica acoplada al controlador de voltaje constante (430, 530, 1130, 1230, 1301).
- 35 **45.** El cargador de baterías (103, 400, 500, 801, 1100, 1200, 1300) de la reivindicación 36, que comprende además un tercer elemento de almacenamiento de datos programable acoplado a un circuito de desconexión, en el que el tercer elemento de almacenamiento de datos programable se usa para finalizar la carga de la batería si una corriente en dicha batería (150, 450, 550, 850, 1150, 1250) está por debajo de un umbral de corriente de finalización programado.
- 40 **46.** El cargador de baterías (103, 400, 500, 801, 1100, 1200, 1300) de la reivindicación 45, que comprende además un convertidor digital-a-analógico que tiene una primera entrada acoplada al tercer elemento de almacenamiento de datos programable y una salida analógica acoplada al circuito de desconexión.
- 45 **47.** El cargador de baterías (103, 400, 500, 801, 1100, 1200, 1300) de la reivindicación 45, que comprende además un comparador que tiene una primera entrada acoplada a al menos un terminal de detección de corriente, una segunda entrada acoplada al tercer elemento de almacenamiento de datos programable, y una salida acoplada al circuito de desconexión.
- 50 **48.** El cargador de baterías (103, 400, 500, 801, 1100, 1200, 1300) de la reivindicación 36, que comprende además un tercer elemento de almacenamiento de datos programable y un cuarto elemento de almacenamiento de datos programable, en el que el tercer elemento de almacenamiento de datos programable se usa para programar un límite de sobre-temperatura y el cuarto elemento de almacenamiento de datos programable se utiliza para programar un límite de sub-temperatura, y en el que si la temperatura de la batería (150, 450, 550, 850, 1150, 1250) está por encima del límite de sobre-temperatura o por debajo del límite de sub-temperatura, entonces la carga se suspende.
- 55 **49.** El cargador de baterías (103, 400, 500, 801, 1100, 1200, 1300) de la reivindicación 48, que comprende además un quinto elemento de almacenamiento de datos programable, en el que el quinto elemento de almacenamiento de datos programable se usa para programar una corriente de polarización en un sensor de temperatura de la batería.
- 60 **50.** El cargador de baterías (103, 400, 500, 801, 1100, 1200, 1300) de la reivindicación 36, que comprende además un tercer elemento de almacenamiento de datos programable, y en el que el tercer elemento de almacenamiento de datos programable se usa para programar la frecuencia de conmutación del regulador de
- 65

conmutación (410, 510, 803, 1110, 1210, 1303, 1601).

- 5
- 10
- 15
- 20
- 51.** El cargador de baterías (103, 400, 500, 801, 1100, 1200, 1300) de la reivindicación 36, en el que una pluralidad de elementos de almacenamiento de datos programables almacenan una pluralidad correspondiente de parámetros de carga, en el que los parámetros de carga cambian una corriente de precarga constante, un umbral de precarga, una corriente de carga constante mayor que la corriente de precarga constante, un voltaje flotante, un umbral de corriente constante a voltaje constante, un umbral de corriente de finalización, un tiempo de espera de precarga, un tiempo de espera de carga rápida, un límite de sobre-temperatura, un límite de sub-temperatura, una corriente de polarización del termistor de coeficiente de temperatura negativo, o una frecuencia del regulador de conmutación en un intervalo de valores.
 - 52.** El cargador de baterías (103, 400, 500, 801, 1100, 1200, 1300) de la reivindicación 36, que comprende además un controlador acoplado al primer y segundo elementos de almacenamiento de datos programables para reprogramar el primer y segundo elementos de almacenamiento de datos programables.
 - 53.** El cargador de baterías (103, 400, 500, 801, 1100, 1200, 1300) de la reivindicación 36, que comprende además un procesador del sistema acoplado al primer y segundo elementos de almacenamiento de datos programables, en el que el procesador del sistema incluye un algoritmo de software para controlar la reprogramación del primer y segundo elementos de almacenamiento de datos programables.

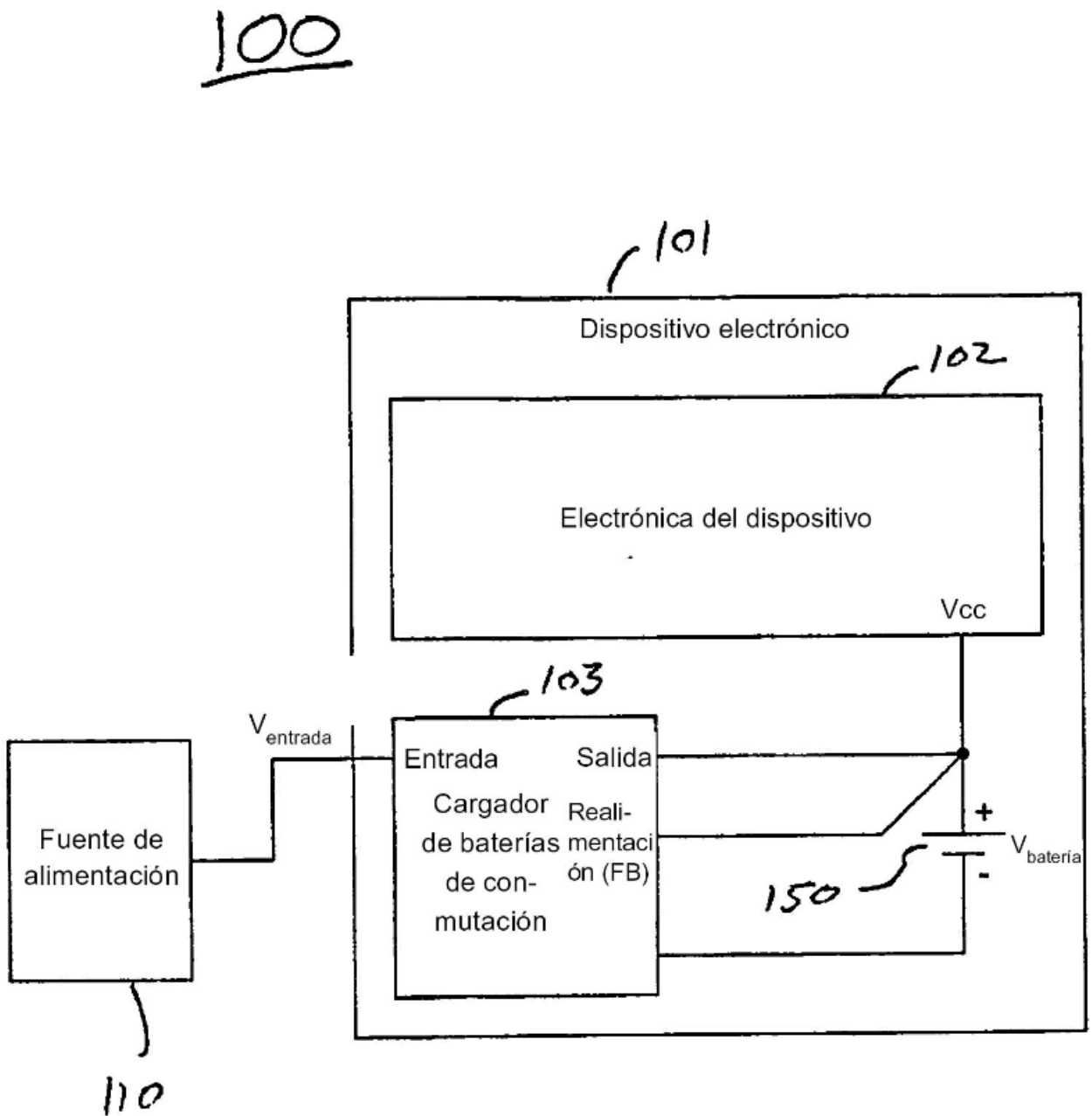


FIG. 1A

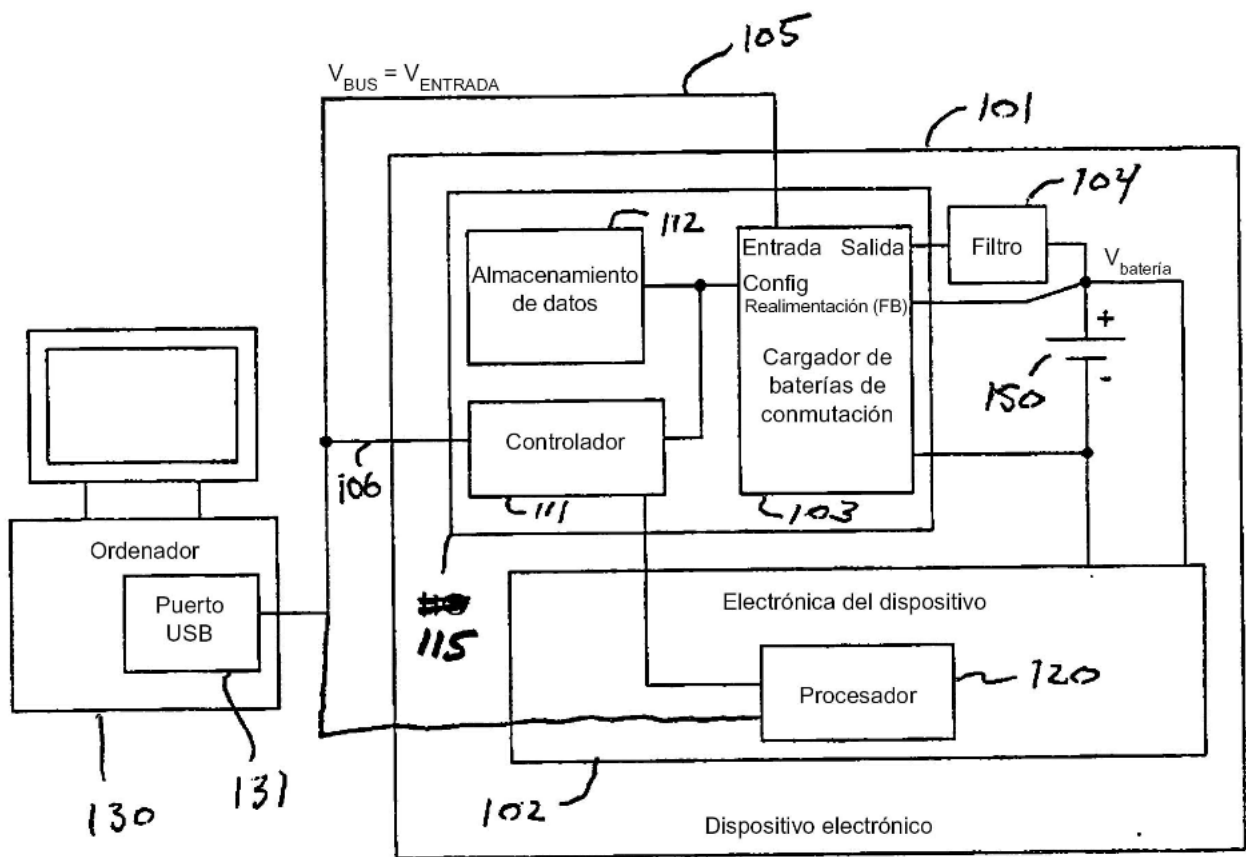


FIG. 1B

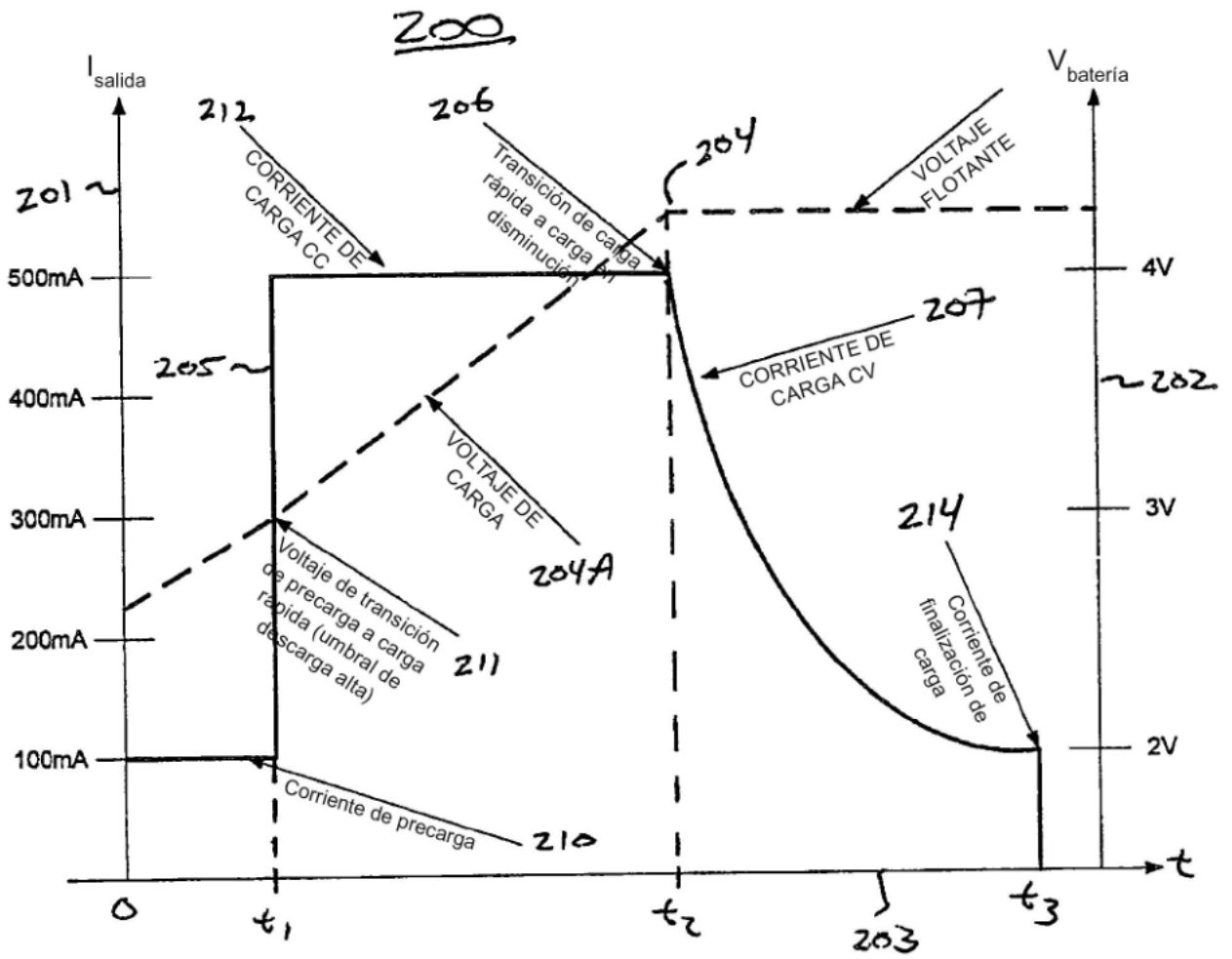


FIG. 2

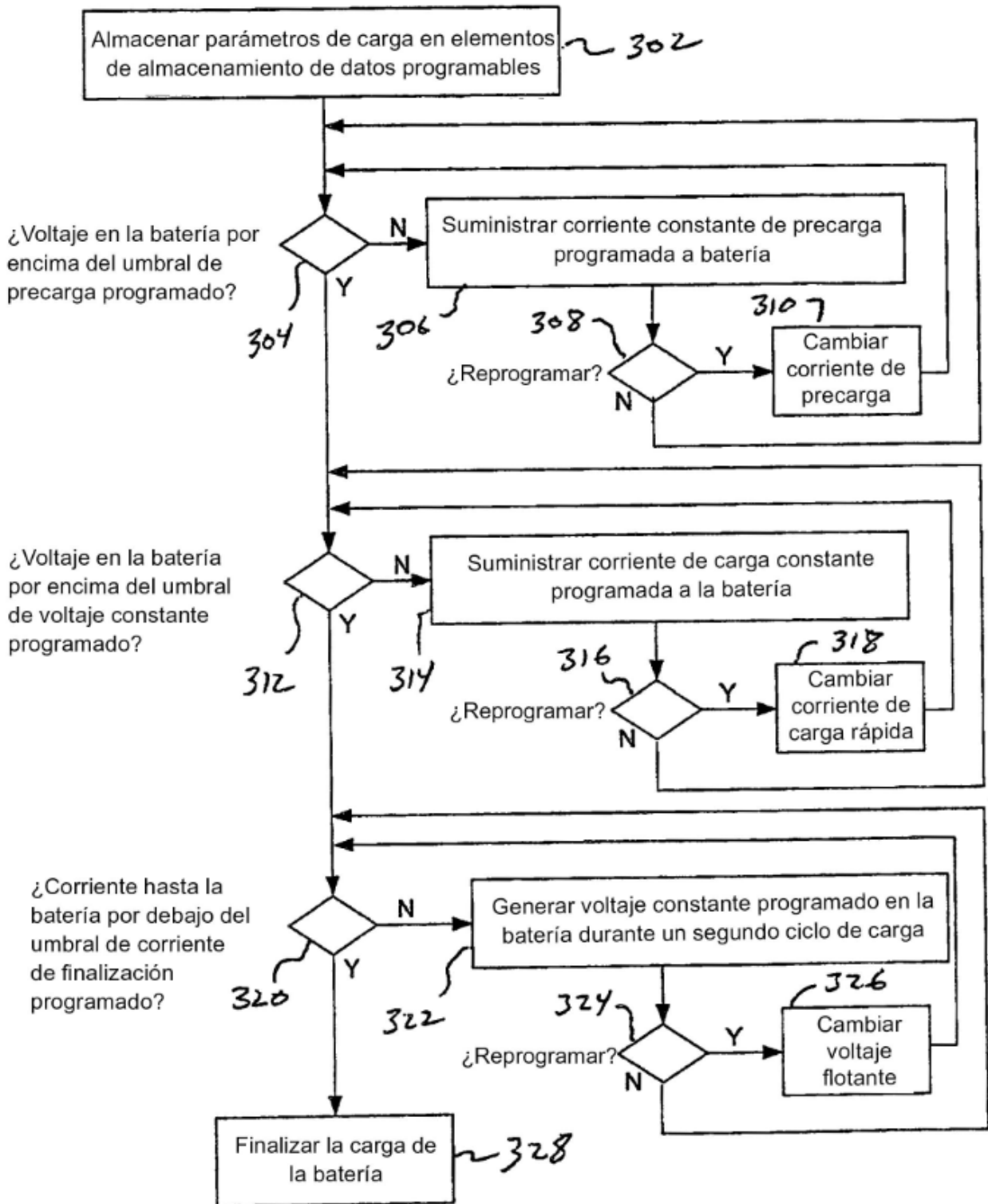


FIG. 3

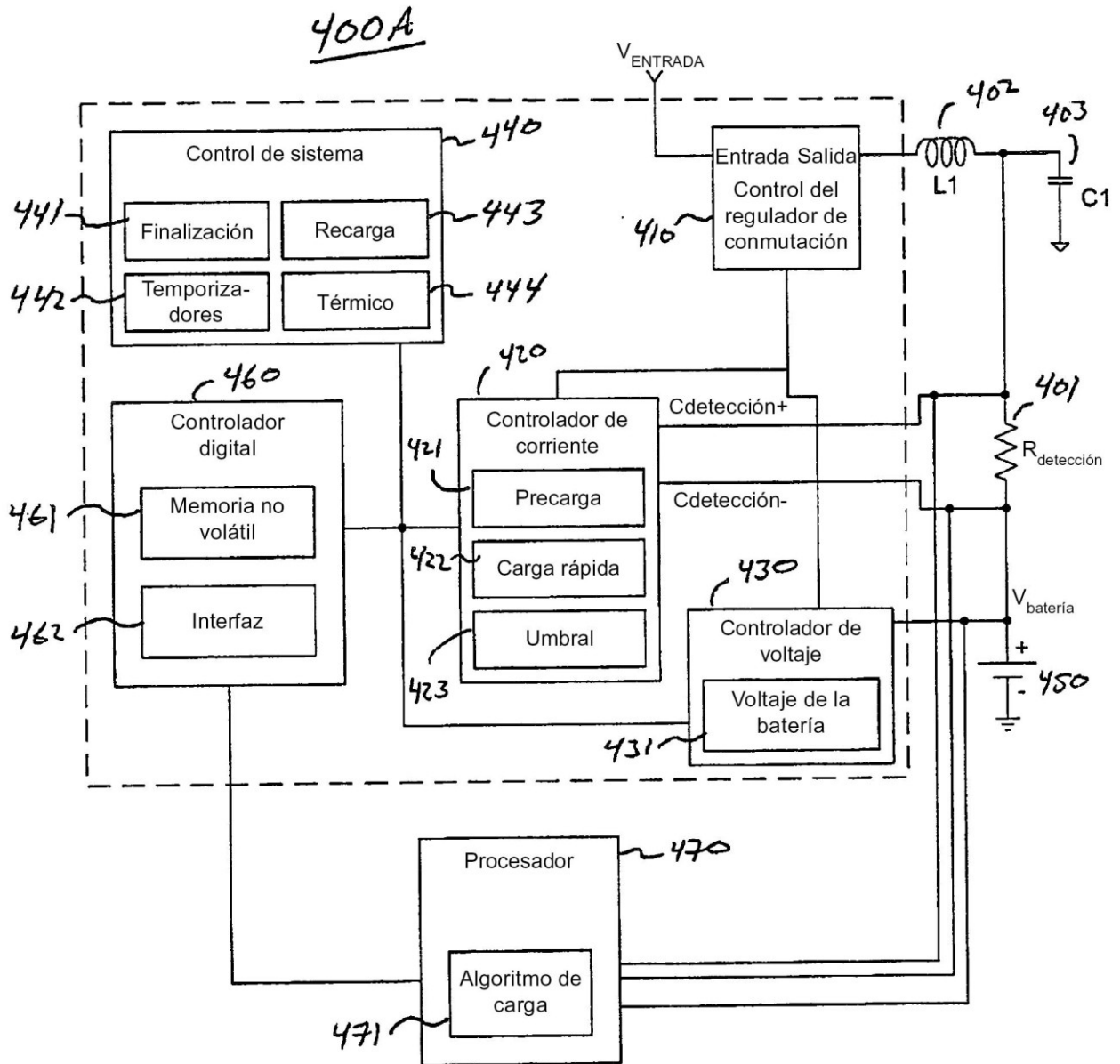


FIG. 4

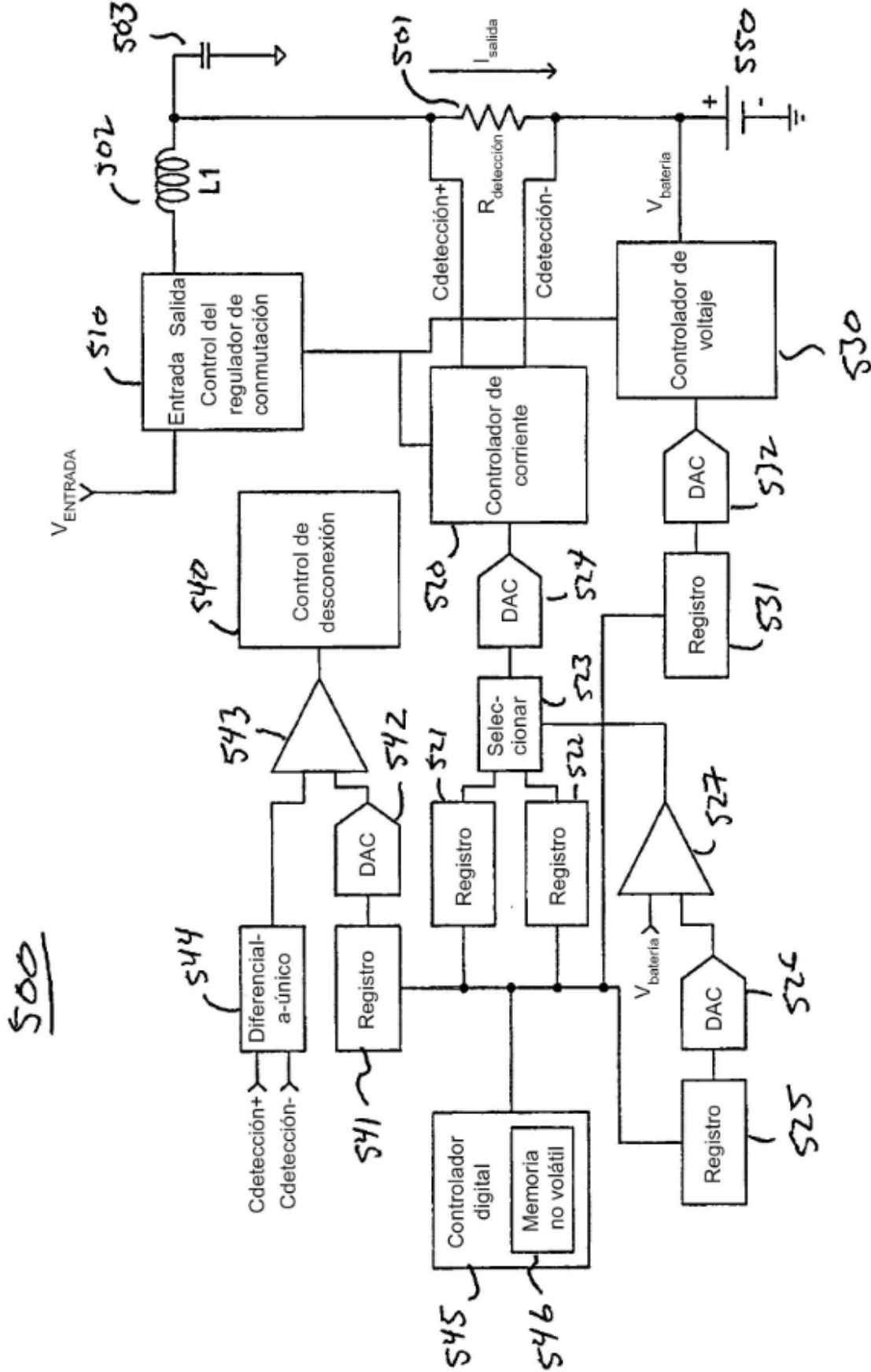


FIG. 5

600

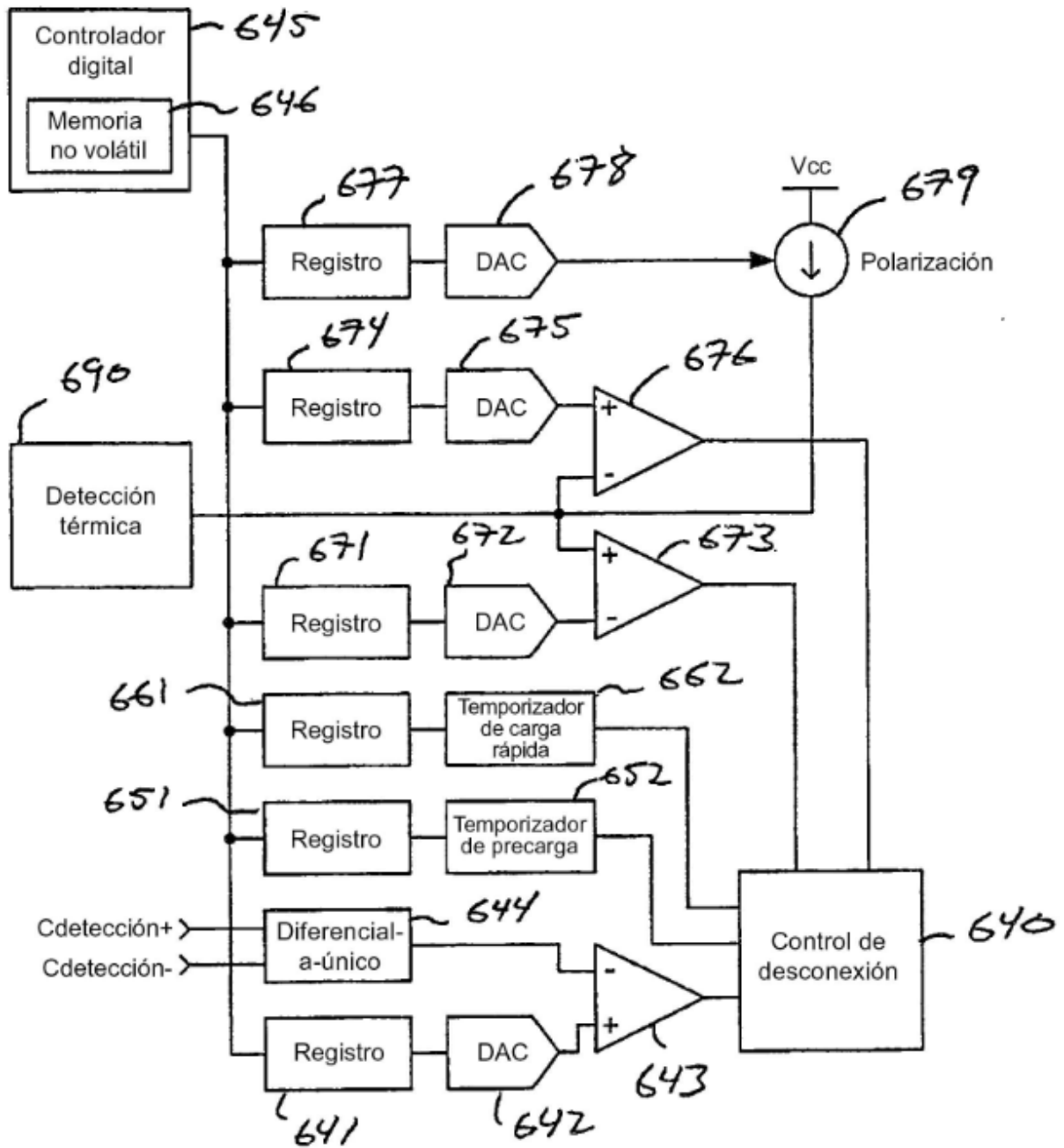


FIG. 6

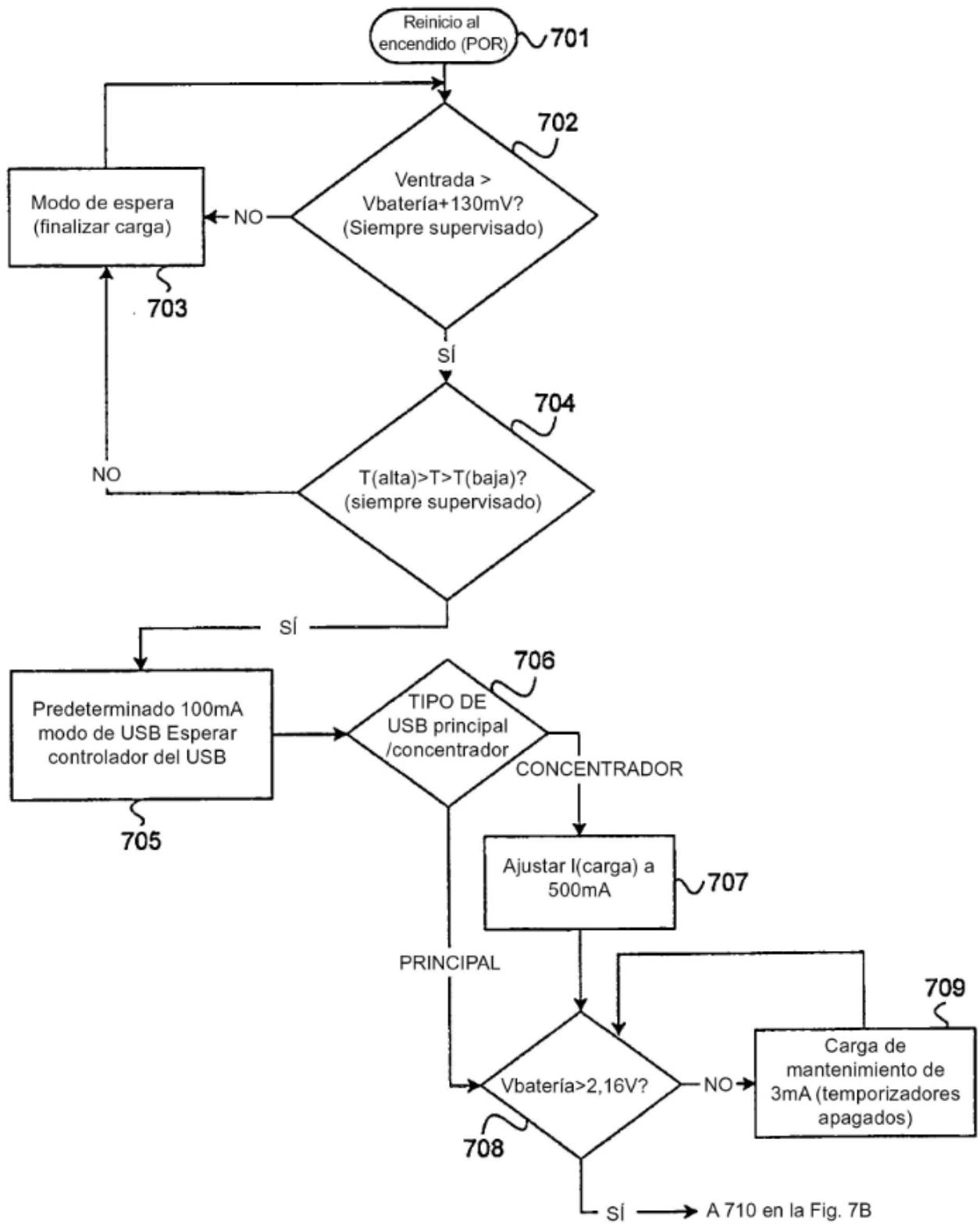


FIG. 7A

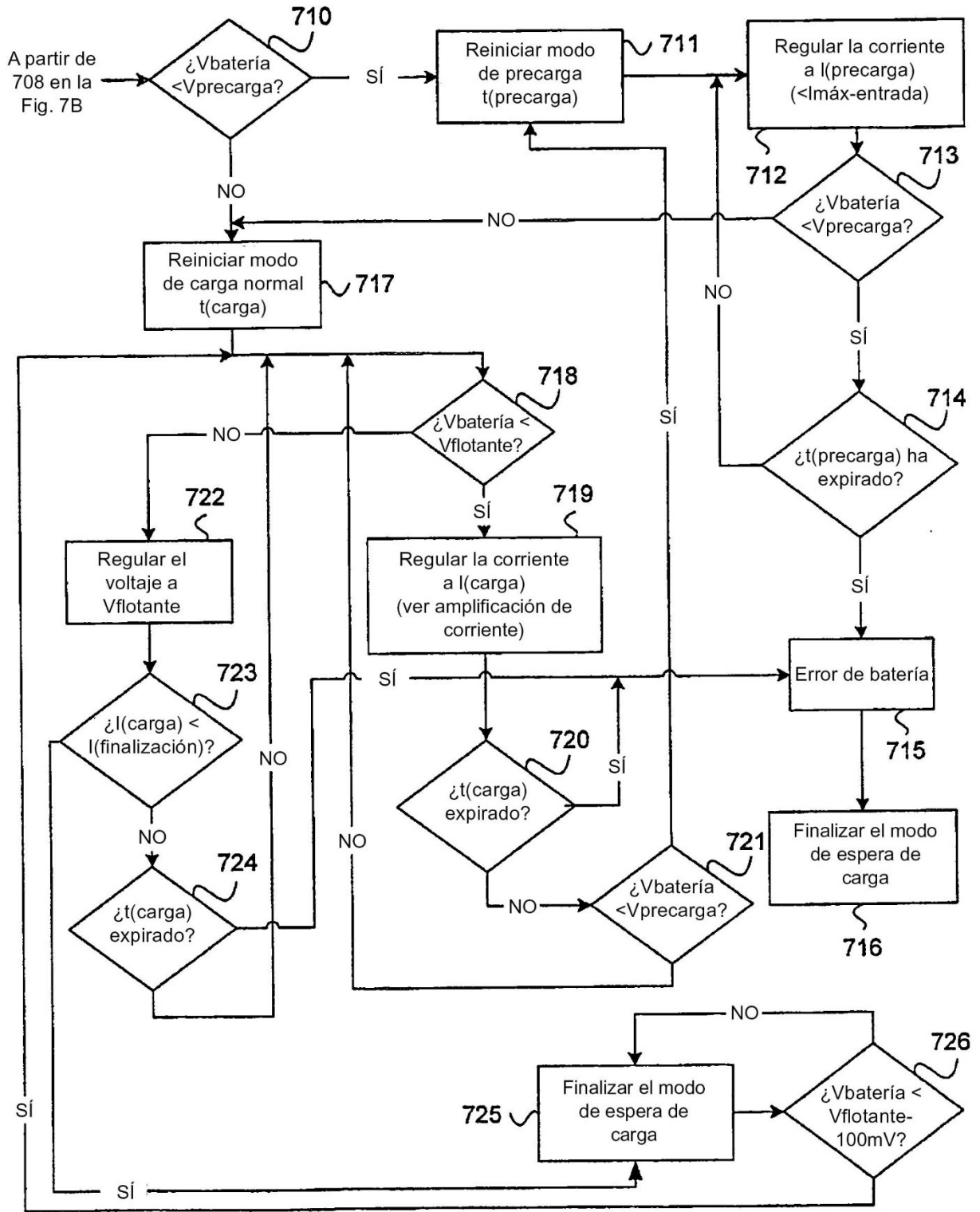


FIG. 7B

800

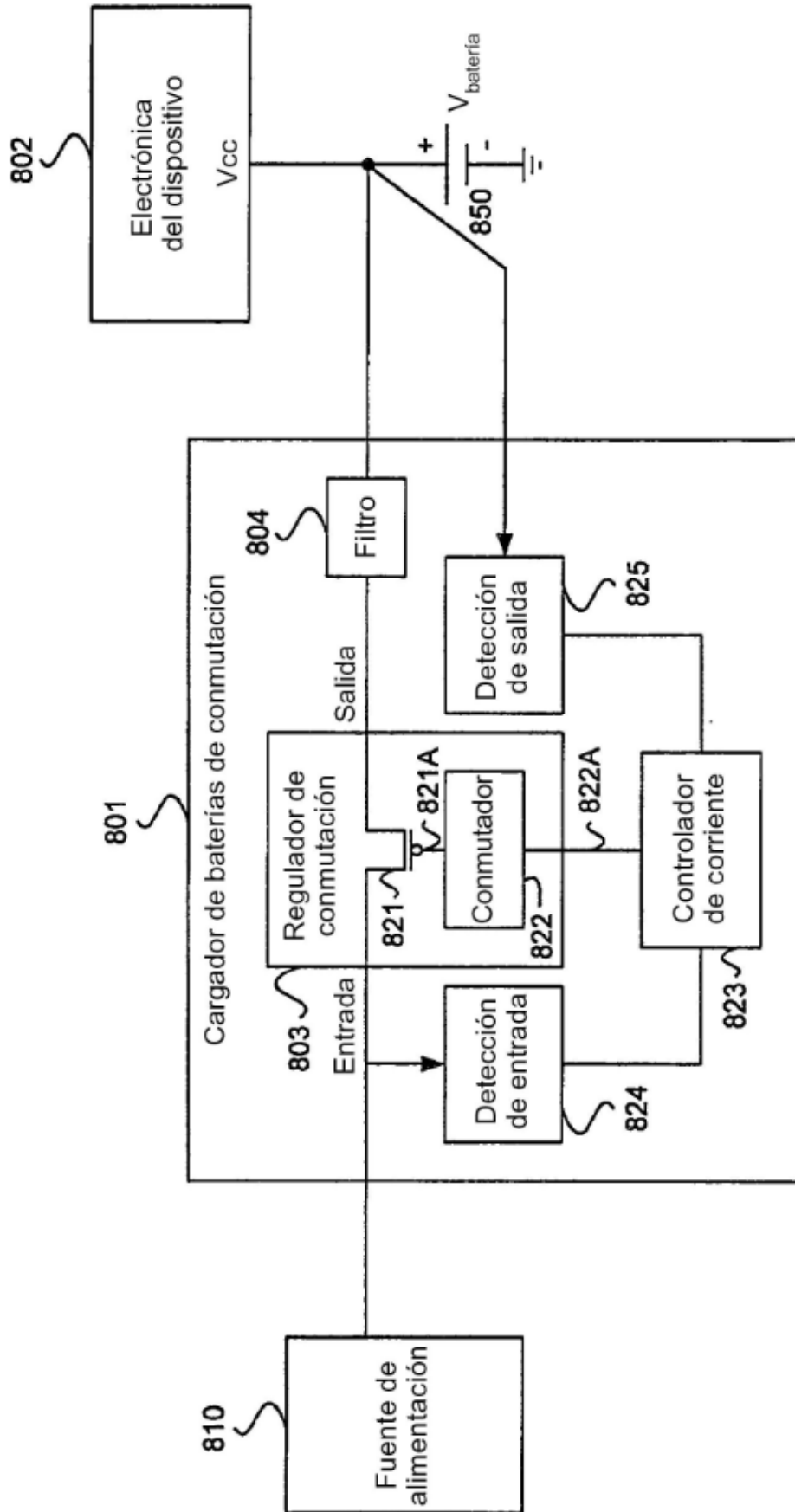


FIG. 8

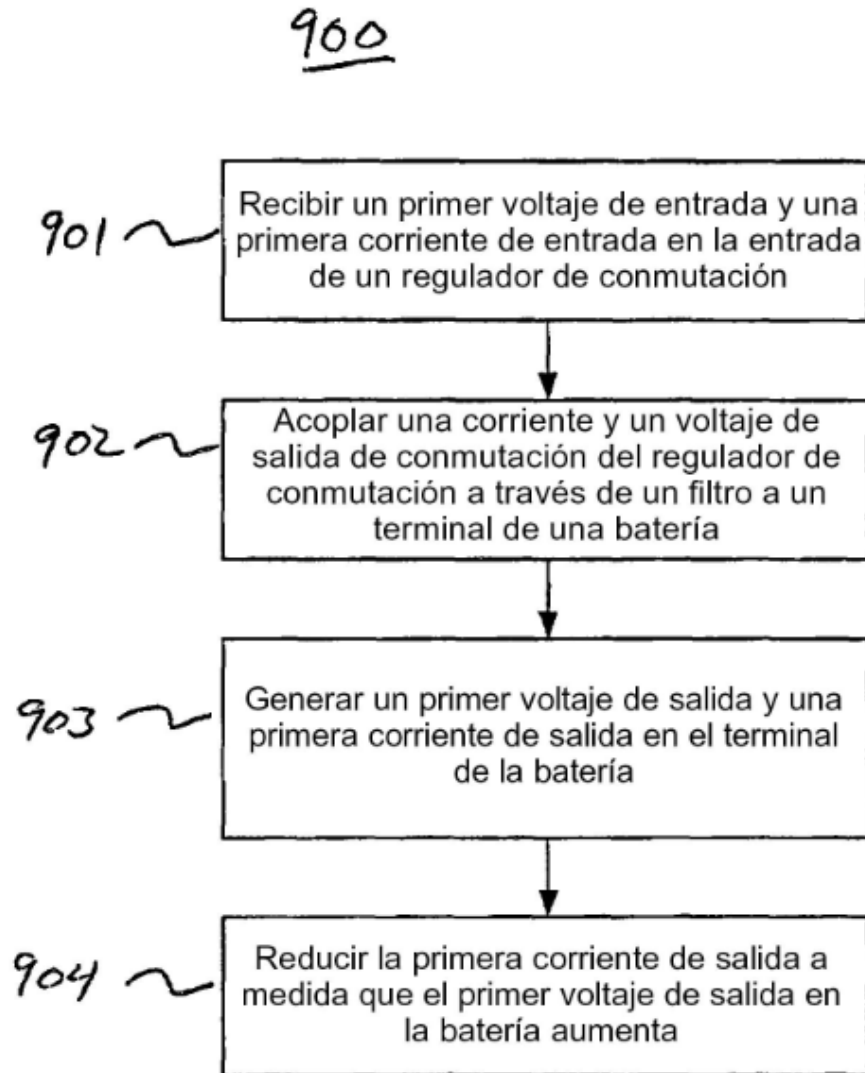


FIG. 9

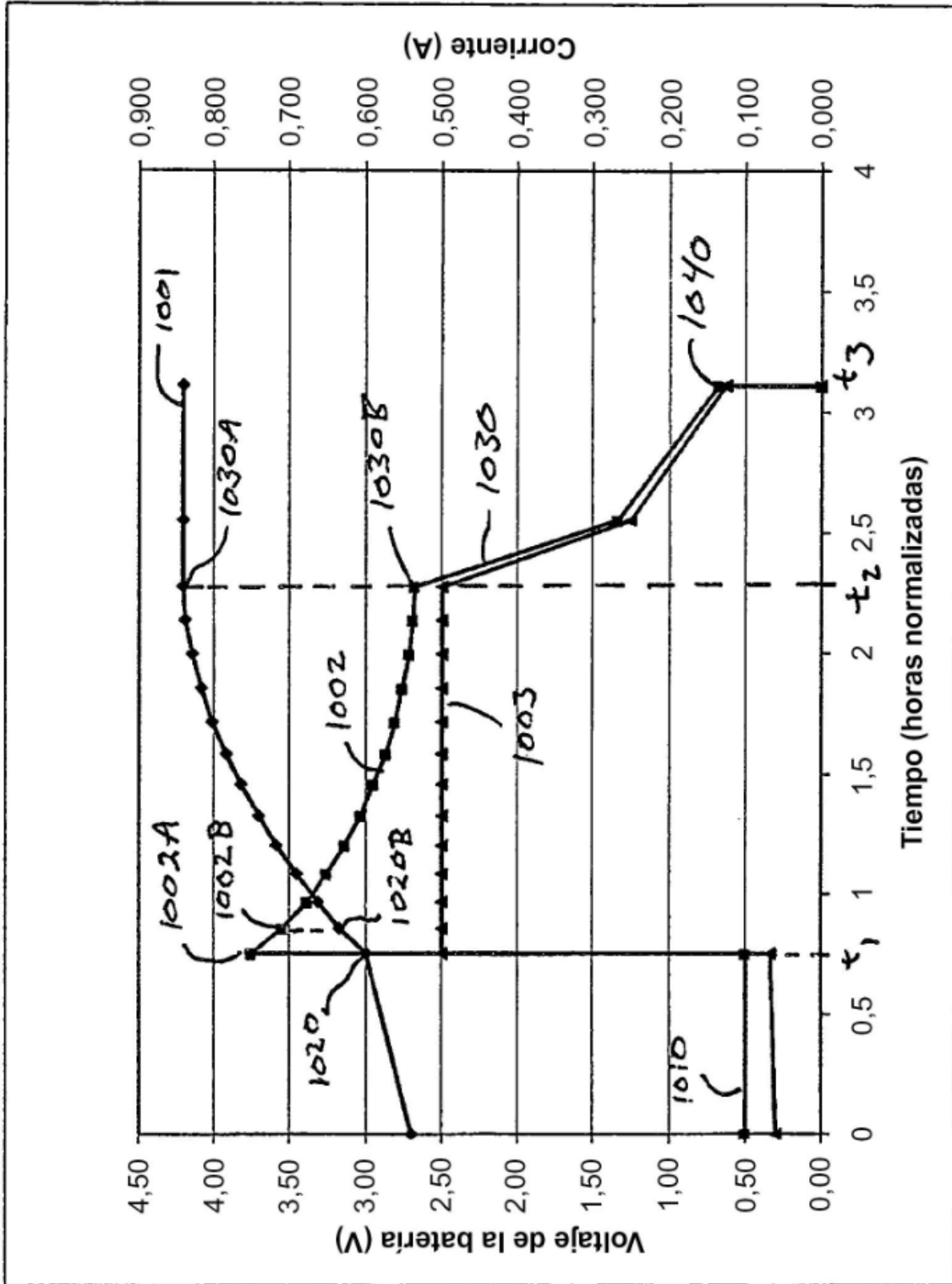


FIG. 10A

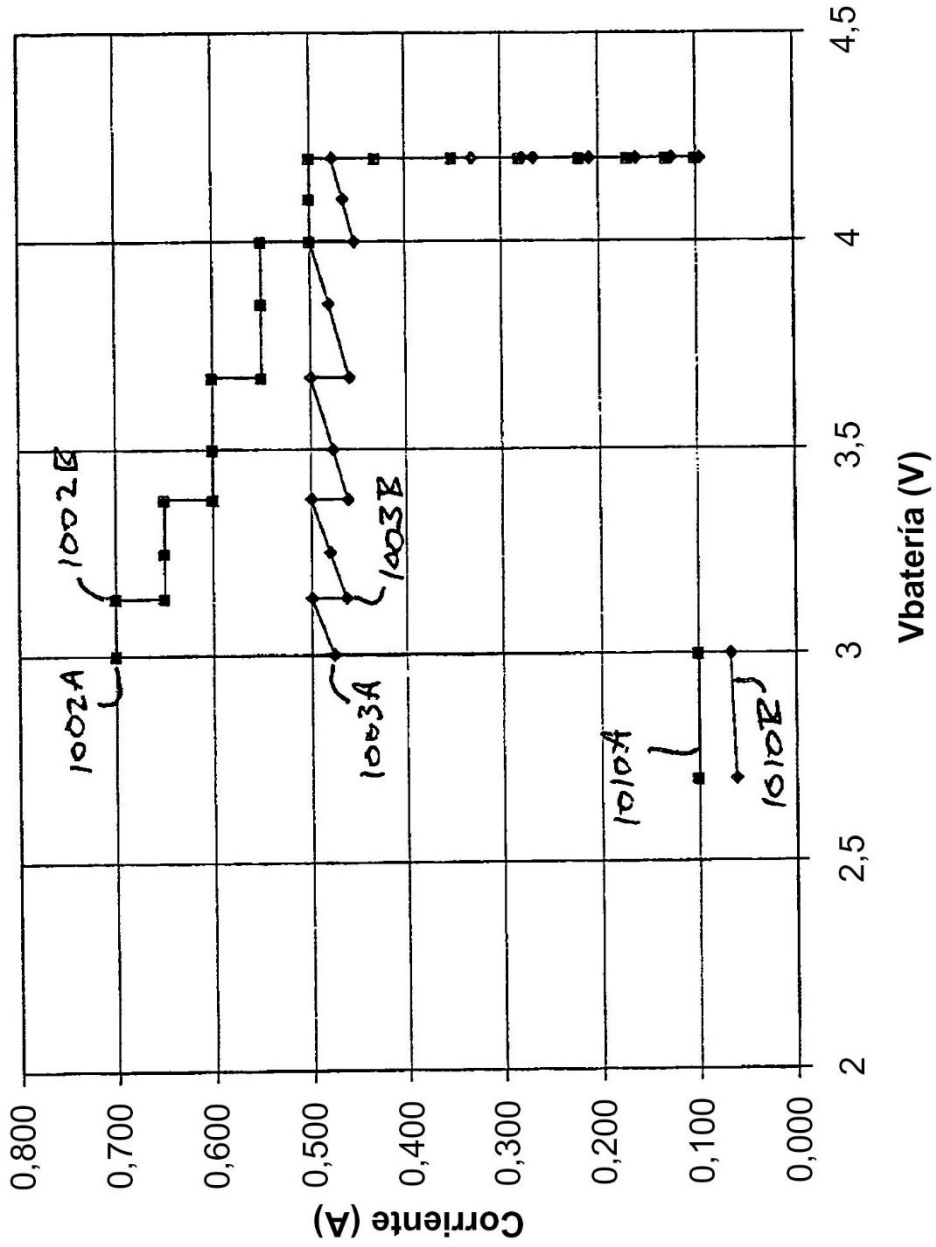


FIG. 10B

1100

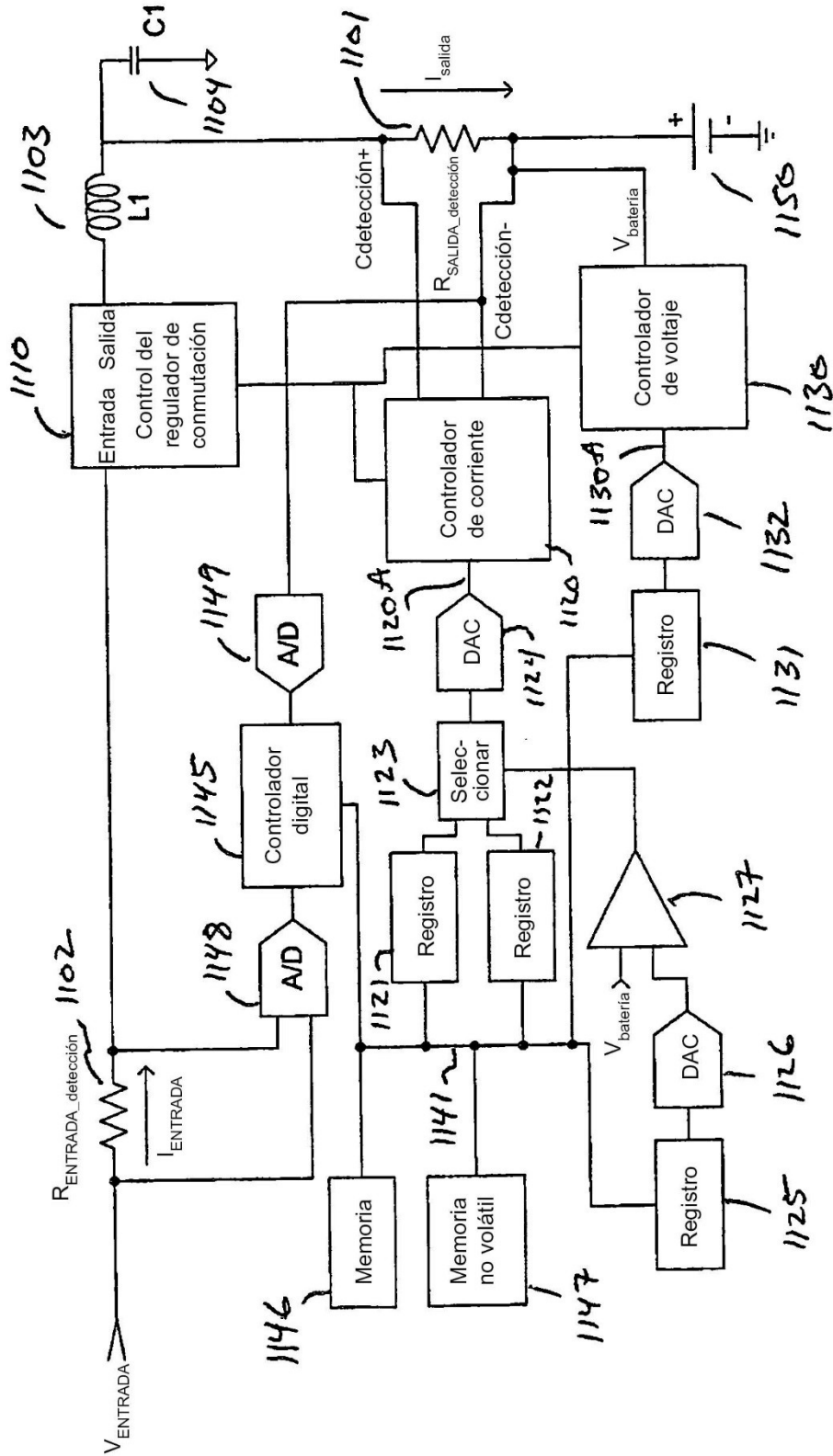


FIG. 11

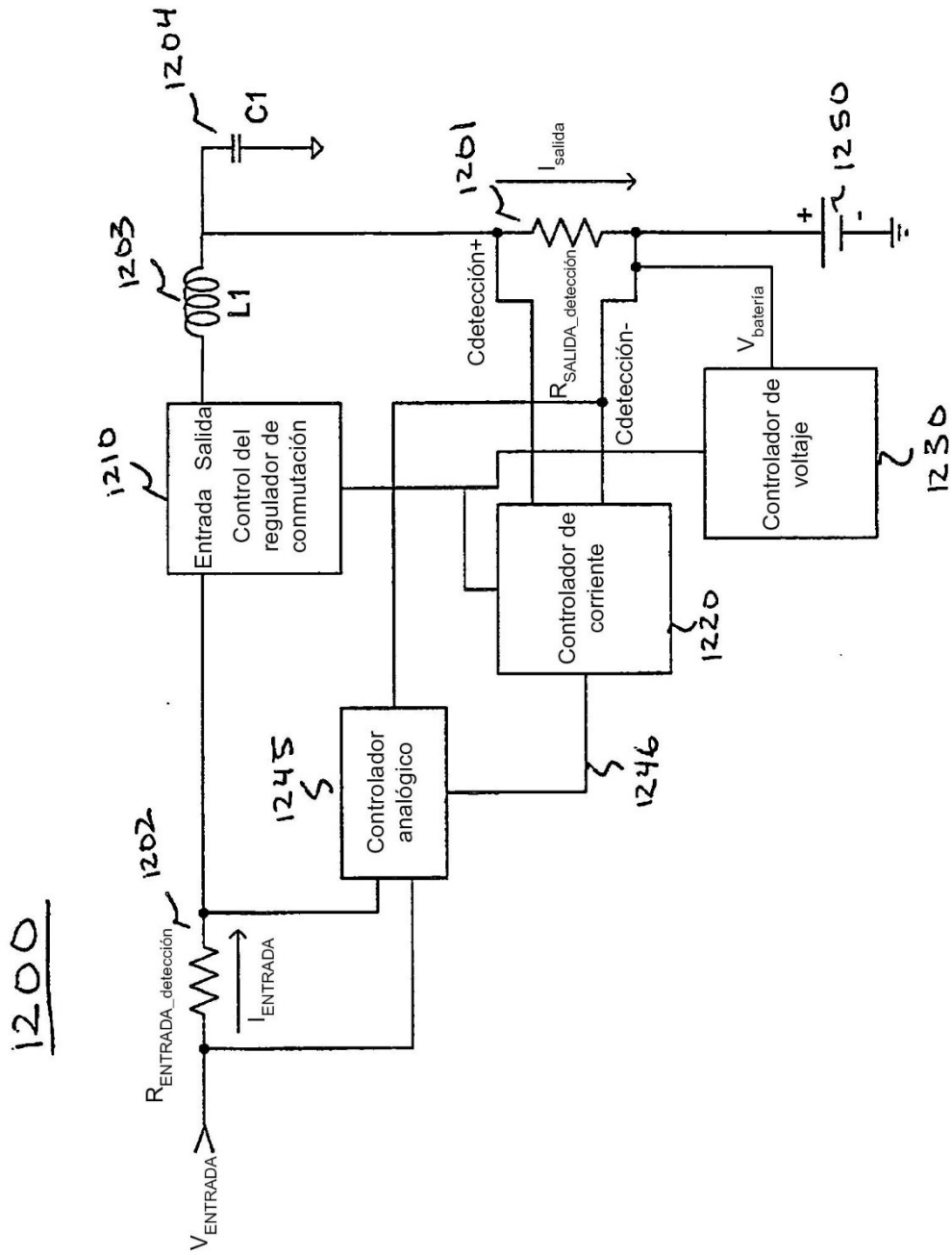


FIG. 12

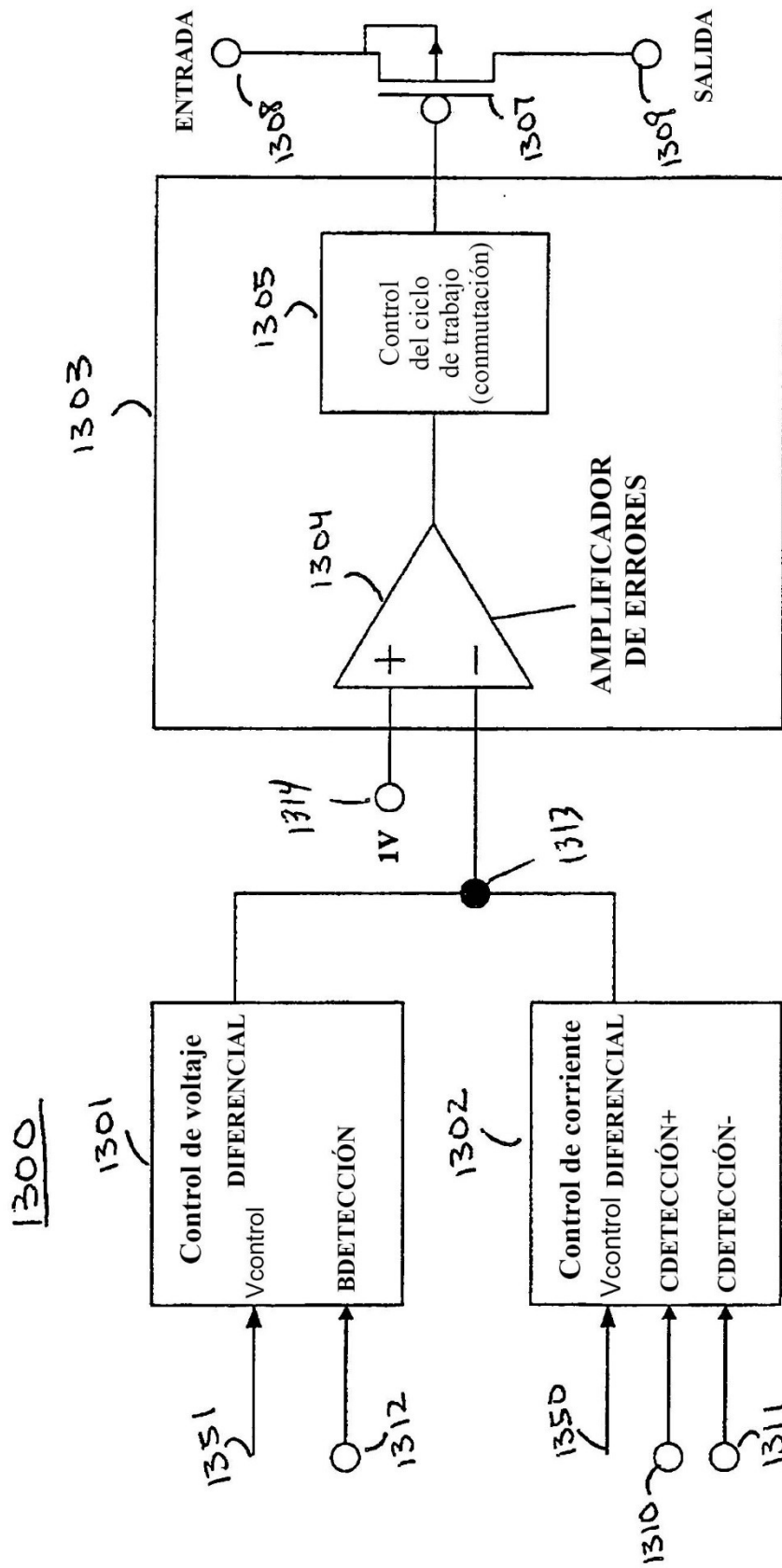


FIG. 13

1400

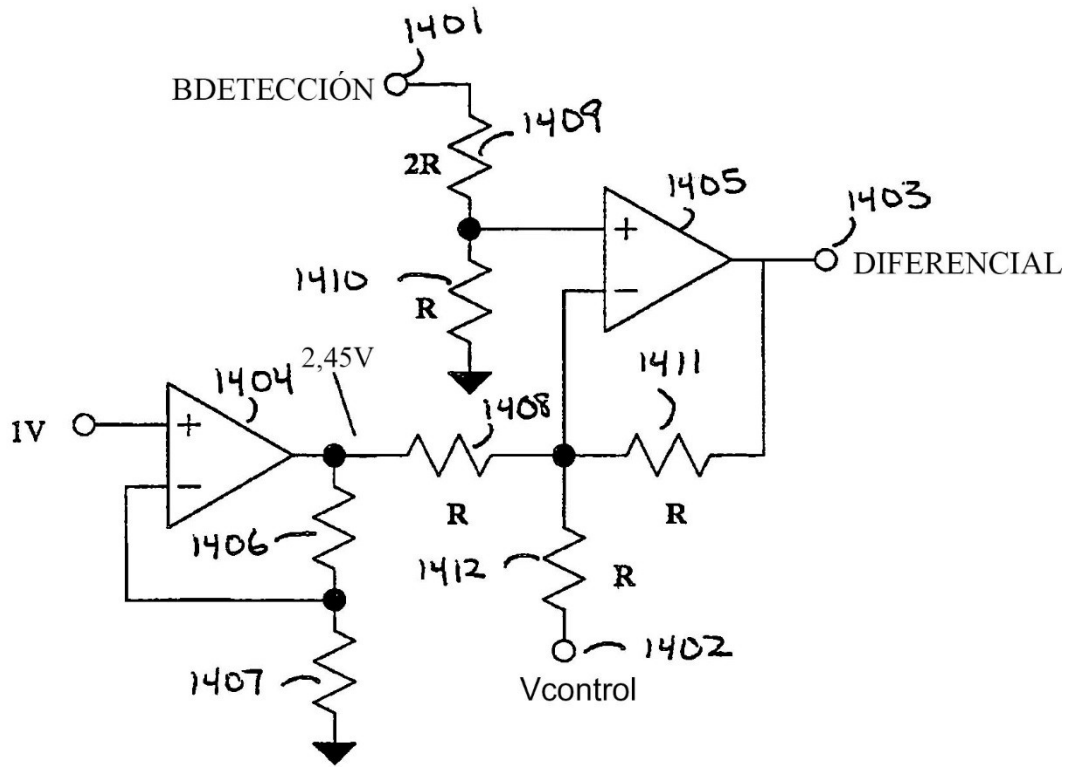


FIG. 14

1500

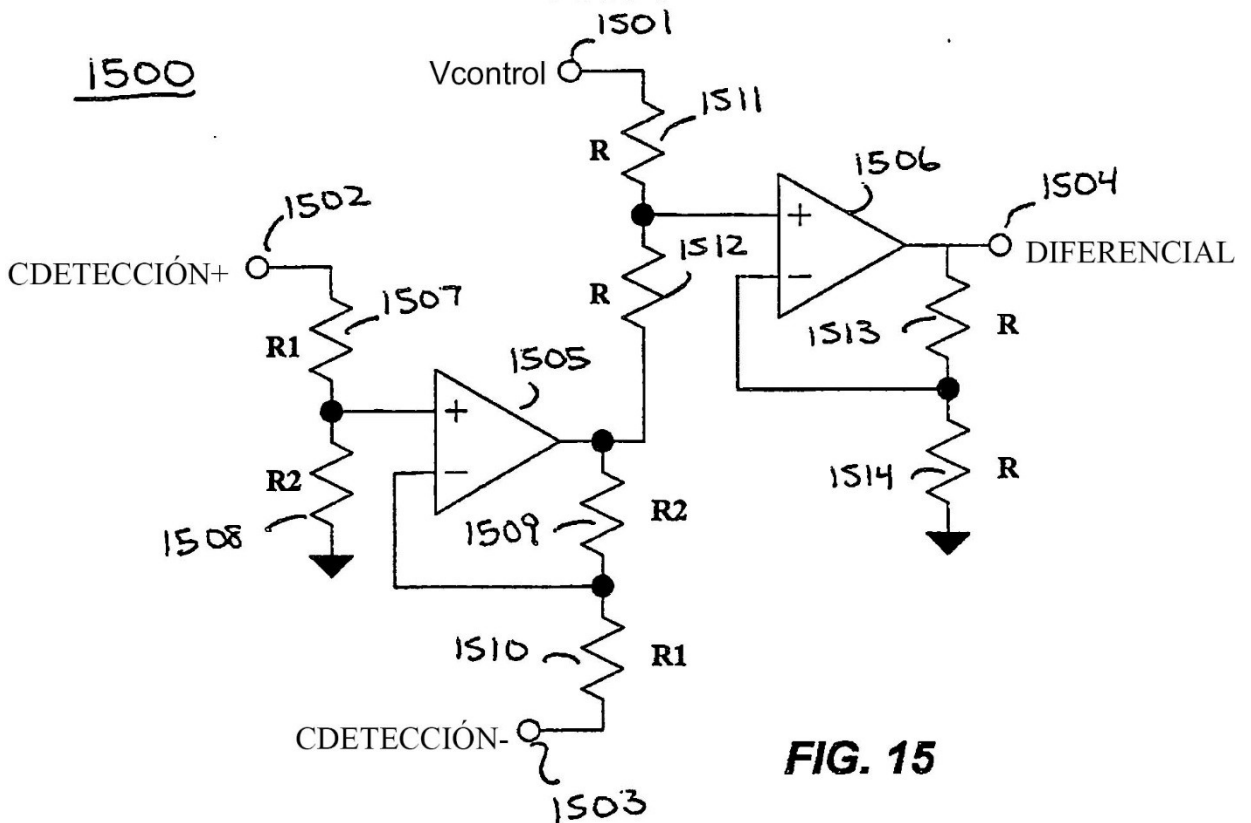


FIG. 15

1600

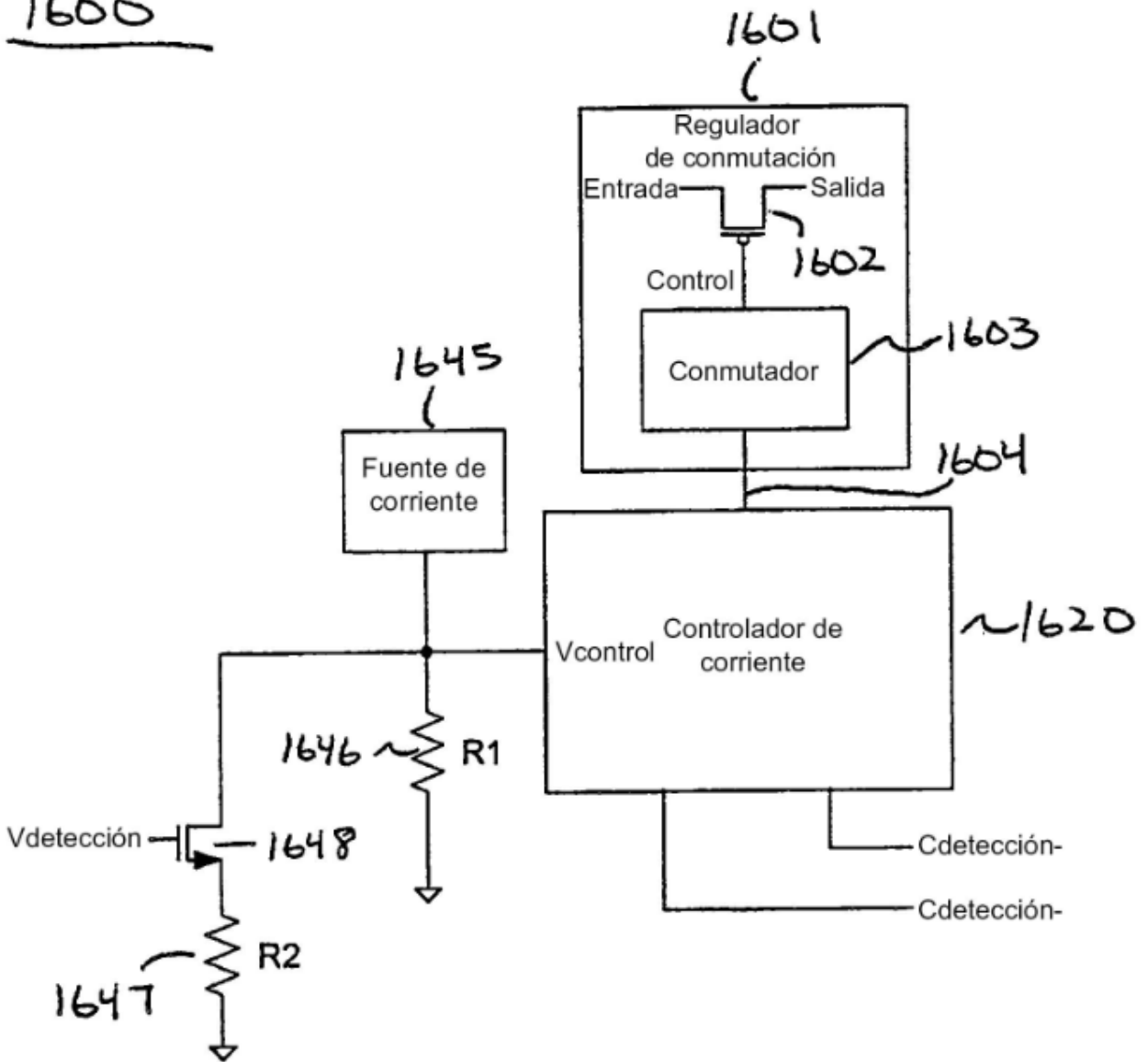


FIG. 16