

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 534 001**

51 Int. Cl.:

H02J 7/04 (2006.01)

H02J 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.04.2008 E 08746441 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.12.2014 EP 2137802**

54 Título: **Sistemas y procedimientos de carga de batería con límite de corriente ajustable**

30 Prioridad:

19.04.2007 US 925375 P
21.04.2008 US 106575

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.04.2015

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;
KANAMORI, TAKASHI y
O'BRIEN, THOMAS J.

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 534 001 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

Sistemas y procedimientos de carga de batería con límite de corriente ajustable

5 SOLICITUDES RELACIONADAS

Esta invención se refiere a y reivindica prioridad de la solicitud provisional de Patente estadounidense número 60/925.375, presentada el 19 de abril del 2047.

10 ANTECEDENTES

La presente invención se refiere a cargadores de baterías y, en particular, a sistemas y procedimientos de carga de batería con límite de corriente ajustable.

15 Las baterías han sido utilizadas como fuente de energía para dispositivos electrónicos móviles. Las baterías proporcionan energía en forma de corrientes y tensiones eléctricas que permiten a los circuitos funcionar. Sin embargo, la cantidad de energía almacenada en una batería es limitada y las baterías pierden energía cuando los dispositivos electrónicos están en uso. Cuando el suministro de energía de una batería se agota, la tensión de la batería comenzará a caer de su tensión nominal, y el dispositivo electrónico, que depende de la potencia de la
20 batería ya no funcionará correctamente. Tales umbrales serán diferentes para diferentes tipos de dispositivos electrónicos.

Existen muchos tipos de baterías diseñadas para un solo uso. Estas baterías se desechan después de que la carga se agote. Sin embargo, algunas baterías están diseñadas para ser recargables. Las baterías recargables suelen
25 requerir algún tipo de sistema de carga de la batería. Los sistemas de carga de la batería típica transfieren energía desde una fuente de energía, como un enchufe de CA y la batería. El proceso de recarga incluye típicamente procesamiento y acondicionamiento de tensiones y corrientes de la fuente de alimentación de modo que las tensiones y corrientes suministradas a la batería cumplen con las especificaciones de carga de la batería en particular. Por ejemplo, si las tensiones o corrientes suministradas a la batería son demasiado grandes, la batería
30 puede dañarse o incluso explotar. Por otro lado, si los voltajes o corrientes suministradas a la batería son demasiado pequeños, el proceso de carga puede ser muy ineficiente o totalmente ineficaz. El uso ineficiente de la especificación de carga de la batería puede provocar tiempos de carga muy largos, por ejemplo. Además, si el proceso de carga no se lleva a cabo de manera eficiente, la capacidad de la celda de la batería (es decir, la cantidad de energía que la batería puede mantener) no puede ser optimizada.

35 El tipo de fuente de energía es otro aspecto importante de la carga de la batería. Por ejemplo, algunas fuentes de energía pueden proporcionar voltajes y corrientes AC, y otras fuentes de energía pueden proporcionar voltajes y corrientes de CC. Un problema asociado con la carga de una batería se refiere a la transformación de las tensiones y corrientes disponibles en la fuente de alimentación a tensiones y corrientes que se pueden usar para cargar una
40 batería. Los cargadores de baterías existentes son típicamente sistemas estáticos. Los circuitos cargadores de batería son típicamente programados para recibir energía de una fuente en particular y proporcionar tensiones y corrientes a una batería en particular basado en la especificación de carga de la batería, como por ejemplos los descritos en US 2004/0164707A1 y EP 1653584A2. Sin embargo, la falta de flexibilidad de los cargadores existentes resulta en muchas de las ineficiencias y problemas descritos anteriormente. Sería muy ventajoso disponer
45 de sistemas y procedimientos de carga de baterías que sean más flexibles que los sistemas existentes o incluso adaptables a las tecnologías de baterías particulares o al entorno cambiante de la carga de baterías.

50 Por lo tanto, hay una necesidad de mejorar los sistemas y procedimientos de carga de baterías y que mejoren el proceso de carga de la batería. La presente invención resuelve estos y otros problemas proporcionando un sistema y un procedimiento de carga de baterías con límite de corriente ajustable.

RESUMEN

Esta necesidad se cumple mediante el objeto de las reivindicaciones independientes de la presente invención. Las
55 realizaciones de la presente invención incluyen técnicas para la carga de una batería con un regulador. Por ejemplo, las fuentes de alimentación de los sistemas de alimentación de CC, como concentradores USB o AC, a sistemas de alimentación de CC como adaptadores de pared que pueden proporcionar una tensión y corriente de entrada. Las realizaciones de la presente invención monitorizan la tensión de entrada y limitan la potencia actual utilizada por el sistema de manera que la potencia total consumida por el sistema no exceda las máximas tensión y corriente que
60 pueden ser generadas por la fuente de alimentación. En una realización, el límite de corriente se reprograma hasta que se derrumba la tensión de la fuente de alimentación. En una realización, un regulador acoplado a la tensión de entrada de la fuente de alimentación y la corriente de entrada o salida del regulador se controla de manera que la tensión y la corriente de la fuente de alimentación no superen los valores nominales de la fuente de alimentación. El regulador puede ser utilizado para cargar una batería, por ejemplo, y puede ser un regulador de conmutación o un regulador lineal.

5 En una realización, la presente invención incluye un circuito electrónico que comprende un regulador que tiene una entrada acoplada a una fuente de potencia para recibir una tensión y una corriente y una salida para proporcionar una corriente de salida, un circuito de detección de tensión de entrada acoplado a la fuente, y un circuito de límite de corriente ajustable para controlar las corrientes de entrada o de salida del regulador, en el que la entrada de tensión del circuito de detección monitoriza la tensión de la fuente de alimentación y el circuito de límite de corriente ajustable puede cambiar la corriente de entrada o de salida del regulador si la tensión de la fuente de alimentación está por debajo de un valor umbral.

10 En otra realización, la presente invención incluye un procedimiento de control de corriente en un circuito electrónico que comprende recibir una tensión y corriente de una fuente de alimentación, monitorizar la tensión de la fuente, y cambiar una corriente de entrada o de salida del regulador si la tensión de la fuente de alimentación está por debajo de un valor umbral.

15 La siguiente descripción detallada y los dibujos adjuntos proporcionan una mejor comprensión de la naturaleza y ventajas de la presente invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

20 La Figura 1 ilustra un dispositivo electrónico que incluye un cargador de batería de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 2 ilustra un procedimiento de carga de una batería de acuerdo con una realización de la presente invención.

25 La Figura 3 ilustra un ejemplo de un circuito cargador de batería de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 4 ilustra un procedimiento de carga de una batería de acuerdo con una realización de la presente invención.

30 La Figura 5 ilustra un cargador de acuerdo con una realización de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

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

40 La Figura 1 ilustra un dispositivo electrónico que incluye un cargador de batería de acuerdo con una realización de la presente invención. El dispositivo electrónico 101 incluye el sistema de la electrónica 102, una batería 150, y un regulador 103 que incluye circuitos para cargar la batería. La electrónica del sistema puede incluir microprocesadores, microcontroladores, electrónica, electrónica de red inalámbrica, o una variedad de otros circuitos eléctricos analógicos o digitales que puede ser alimentado por la batería 150. El dispositivo electrónico puede ser un teléfono portátil (por ejemplo, un teléfono celular), un asistente digital personal ("PDA"), un reproductor de música o de vídeo portátil, o una variedad de otros dispositivos portátiles que puede ser alimentado por una batería. El regulador 103 puede incluir un terminal de entrada 121 acoplado a una fuente de alimentación 110 y un terminal de salida 122 acoplados a una batería 150 para cargar la batería. El regulador 103 puede incluir un terminal de realimentación 123 para la regulación de la tensión o corriente. Los reguladores ejemplo son reguladores lineales o reguladores de conmutación, por ejemplo. Los reguladores de conmutación pueden incluir además filtros acoplados entre la salida de los reguladores y la batería, por ejemplo. Las realizaciones de la presente invención mejorar la carga de la batería, proporcionando límite de corriente ajustable 104. En este ejemplo, el regulador 103 puede incluir almacenamiento para establecer un valor límite de corriente. Como se describe en más detalle más adelante, un valor límite de corriente programable almacenada puede ser cambiado para cambiar la corriente que entra o sale del regulador. En algunas realizaciones, el límite de corriente de entrada puede ser implementado. Alternativamente, en otras realizaciones, el límite de corriente de salida puede ser implementado. Aunque las realizaciones de la invención pueden ser descritas mostrando el regulador y circuitos de carga en el dispositivo electrónico, ha de entenderse que los circuitos del regulador y de carga descritos en este documento pueden ser externos al dispositivo electrónico (por ejemplo, parte de un adaptador de pared AC a DC o como un componente separado que se acopla al dispositivo electrónico).

65 Por ejemplo, un bus serie universal ("USB") es un ejemplo de una fuente de alimentación de CC que se puede usar para cargar una batería. USB incluye típicamente una tensión de alimentación, V_{in} , que puede estar conectada al dispositivo electrónico 101, por ejemplo. La tensión y la corriente de la fuente de alimentación USB pueden

5 acoplarse a través del regulador 103 para alimentar el sistema electrónico de 102, o cargar la batería 150, o ambos, sin embargo, diferentes fuentes de energía, tales como USB, pueden tener diferentes grados de energía. Por ejemplo, algunas fuentes de alimentación USB están diseñadas para proporcionar 5 voltios y un máximo de 500 mA, Otras fuentes de alimentación USB están diseñadas para proporcionar 5 voltios y un máximo de 100 mA. Más
 10 generalmente, una fuente de energía capaz conectarse a una fuente de suministro de pared puede transformar la tensión de corriente alterna y corriente en tensión y corriente CC y proporcionar una variedad de diferentes tensiones y corrientes de CC que pueden ser utilizadas para dispositivo de potencia 101 o de carga de batería 150. Una unidad es un ejemplo de CA a CC que recibe tensiones y corrientes AC y emite una tensión USB, tal como 5 voltios, y parte de la corriente. Un problema particular con estas fuentes de energía es que la corriente disponible
 15 puede ser diferente dependiendo del fabricante, y si el regulador 103 atrae más corriente que la fuente de alimentación puede suministrar, entonces la tensión de la fuente de energía comenzará a caer (es decir, se derrumbará la potencia de la fuente). Por ejemplo, los adaptadores de pared que proporcionan una salida compatible con USB pueden proporcionar 300mA, mientras que los adaptadores de pared no compatibles USB pueden proporcionar 1500mA o más. Ha de entenderse que la AD a la fuente de alimentación de CC podría ser USB compatible o de otra fuente de alimentación de CA a CC.

20 Las realizaciones de la presente invención detectan la tensión de entrada de una fuente de origen, y cambian el actual recibido de la fuente de alimentación de modo que la máxima potencia (tensión multiplicada por la corriente) no supere la potencia máxima disponible de la fuente de alimentación. Por ejemplo, en una realización, un límite de corriente está programado para un valor inicial, y se detecta la tensión de entrada desde una fuente de alimentación (es decir, tensión detectada). El límite de corriente puede ser una corriente en los reguladores que se establece en un valor inicial. Por ejemplo, un límite de corriente de entrada en un regulador de conmutación puede ser un valor de corriente de entrada. Si la corriente de entrada alcanza un valor límite de corriente de entrada programada, entonces el regulador de conmutación funcionará para mantener la corriente de entrada en el valor límite actual. Del mismo modo, un límite de corriente de salida en un regulador de conmutación puede ser un valor de corriente de salida. Si la corriente de salida alcanza un valor límite de corriente de salida programada, entonces el regulador de conmutación funcionará para mantener la corriente de salida en el valor límite de corriente. Límites de corriente
 25 entrada o salida programables (o ambos) pueden ser usados en circuitos de conmutación, ya sea un regulador lineal, y pueden ser programados mediante el almacenamiento de bits digitales (por ejemplo, en un registro o cualquier tipo de almacenamiento volátil o no volátil). Según una forma de realización, se detecta un valor límite de corriente inicial programado y la tensión de entrada de una fuente de alimentación. El límite de corriente puede entonces ser cambiado hasta que se detecte un cambio en la tensión de entrada correspondiente al límite máximo actual de la fuente de alimentación. El límite de corriente final se puede establecer en un nivel que optimiza la potencia disponible de la fuente de alimentación.
 30
 35

40 Por ejemplo, en una realización se establece un límite de corriente en un nivel inicial por encima de la corriente máxima disponible de la fuente de alimentación. El sistema detecta la tensión y puede determinar que la tensión se encuentra por debajo de un valor umbral o valor esperado (por ejemplo, por debajo de 5 voltios para un sistema USB de 5 voltios). Una tensión más baja de lo esperado puede indicar que la fuente de alimentación se está derrumbando debido a que el sistema está atrayendo más corriente que la que la fuente de alimentación puede suministrar. Si la tensión está por debajo del valor esperado, el límite de corriente puede ser disminuida y la tensión monitorizada hasta que la tensión aumente hasta el valor esperado. Por ejemplo, si la tensión está por debajo de una tensión esperada, entonces el límite de corriente puede ser reprogramado cambiando el valor almacenado (por ejemplo, en un registro) a un valor límite de corriente inferior. Entonces, el sistema puede detectar la tensión de nuevo. Por consiguiente, en este ejemplo, el límite de corriente puede ser disminuido gradualmente hasta que la tensión en la entrada del regulador aumente hasta un valor esperado de tensión de entrada. Esta condición significa que el límite de corriente se encuentra cerca de la corriente máxima disponible de la fuente de alimentación.
 45

50 De manera similar, en otra realización, un límite de corriente se establece en un nivel inicial por debajo de la corriente máxima disponible de la fuente de alimentación. El sistema detecta la tensión y puede determinar que la tensión está por encima de un valor umbral o valor esperado (por ejemplo, por encima de 4,8 voltios para un sistema USB de 5 voltios). La tensión de entrada por encima de una tensión esperada puede indicar que la fuente de energía es capaz de proporcionar más. Si la tensión está por encima del valor esperado, el límite de corriente se puede aumentar y la tensión ser monitorizada hasta que la tensión disminuye por debajo del valor esperado, lo que puede indicar que la fuente de alimentación se está derrumbando debido a que el sistema está recibiendo más corriente que la que la fuente de alimentación puede suministrar. Por ejemplo, si la tensión está por encima de una tensión esperada, entonces el límite de corriente puede ser reprogramado cambiando el valor almacenado (por ejemplo, en un registro) a un valor límite de corriente superior. Entonces, el sistema puede detectar la tensión de nuevo. Por consiguiente, en este ejemplo, el límite de corriente se puede aumentar de forma incremental hasta que la tensión en la entrada del regulador caiga por debajo de un valor esperado de tensión de entrada, como una condición que significará que el límite de corriente supera la corriente máxima disponible. El límite de corriente se puede reducir ligeramente para obtener el valor máximo del límite de corriente para esta fuente de alimentación. En una implementación que usa un límite de corriente programable, el valor límite de corriente programado puede reducirse al valor inmediatamente anterior utilizado antes de que las tensiones se redujeran por debajo de la tensión esperada, que será el valor máximo del límite de corriente. Sin embargo, se debe entender que la presente invención se puede
 55
 60
 65

implementar usando circuitos analógicos ya sea como un proceso continuo o usando circuitos digitales como un proceso incremental.

La Figura 2 ilustra un procedimiento de carga de una batería de acuerdo con una realización de la presente invención. En este ejemplo, el límite de corriente puede ser inicializado en 201. Como se mencionó anteriormente, el límite de corriente puede ser inicializado por encima o por debajo del valor límite de corriente final esperado. En 202, la corriente se recibe de la fuente de alimentación. Por ejemplo, el regulador puede funcionar para mantener tensiones o corrientes constantes en la salida del regulador, y una cantidad correspondiente de corriente será extraída de la fuente de alimentación. En 203, se detecta la tensión de la fuente de alimentación, que es la tensión de entrada al regulador. Si el valor inicial del límite de corriente es superior a la corriente máxima disponible de la fuente de alimentación, entonces la tensión de entrada cae por debajo de un valor esperado de tensión de entrada y desencadena un cambio (por ejemplo, una disminución) en el límite de corriente alternativo, en otra realización, si el valor inicial del límite de corriente se ajusta por debajo de la corriente máxima disponible de la fuente de alimentación y la tensión de entrada puede estar por encima de un valor esperado de tensión de entrada y desencadenar un cambio (por ejemplo, un aumento) en el límite de corriente. Si se desencadena un cambio, el límite de corriente puede ser reprogramado en 206, y la tensión ser detectada nuevamente. Se obtiene el límite de intensidad final en 205.

La Figura 3 ilustra un ejemplo de un circuito cargador de batería de acuerdo con una realización de la presente invención. El circuito 300 muestra una fuente de alimentación 301 acoplado al terminal de entrada de un regulador 302. El terminal de salida del regulador 302 está acoplado a una batería 303. El circuito 300 incluye un detector de tensión de entrada derrumbe 304, un detector de corriente de entrada 305, y una corriente de salida detector 306. El regulador puede ser un regulador de conmutación o lineal. Las realizaciones de la presente invención pueden incluir la limitación de corriente de entrada, la limitación de corriente de salida, o ambos. En este ejemplo, se muestran dos de entrada y salida detectores de corriente. Por ejemplo, la entrada de detector de corriente 305 puede ser usado para implementar la limitación de corriente de entrada y para determinar la potencia máxima disponible desde la fuente de potencia 301, y la salida de detector de corriente 306 puede ser usado para controlar la corriente de carga suministrada a la batería 303. Alternativamente, la salida de detector de corriente 306 se puede utilizar para implementar el control de corriente de carga y para determinar la potencia máxima disponible desde la fuente de energía 301. El siguiente ejemplo ilustra una realización de la presente invención mediante la entrada de detector de corriente 305 para aplicar la limitación de corriente de entrada, pero debe entenderse que la limitación de corriente también podría aplicarse en otras realizaciones.

La entrada del detector de corriente 305 detecta el valor de la corriente que se recibió de la fuente de energía 301. Por ejemplo, la entrada de detector de corriente 305 puede ser una resistencia simple para convertir la corriente en una tensión. Más técnicas de detección complejas actuales también se pueden utilizar como espejos de corriente, transistores paralelos o una variedad de otras técnicas. En este ejemplo, el detector de corriente 305 emite una tensión proporcional a la corriente recibida de la fuente de alimentación 301. La tensión que representa la corriente de entrada de la fuente de alimentación es procesada por un circuito de comparación 307. Por ejemplo, la tensión del detector de corriente 305 puede compararse con una tensión de referencia 333 usando un amplificador 332. El amplificador 332 puede estar configurado en un bucle cerrado con retroalimentación 331, por ejemplo. Ha de entenderse que los comparadores también pueden ser utilizados para llevar a cabo la función de comparación en otras implementaciones equivalentes. Aquí, la tensión de referencia 333 es generada por un convertidor de digital a analógico programable ("DAC") 322. El DAC está programado con un valor almacenado en los registros 321. En consecuencia, un valor almacenado en los registros 321 puede ser usado para establecer la comparación de tensión, que se compara con el valor de corriente detectado. Si la corriente de entrada a partir de los aumentos de la fuente de energía de tal manera que la tensión en la entrada del amplificador 332 es mayor que la tensión de referencia programada 333, entonces el regulador puede pasar a la configuración de corriente de entrada controlada. En este ejemplo, cuando la tensión correspondiente a la corriente de entrada aumenta por encima de la tensión de referencia programada, la salida del amplificador 332 pasará de alta a baja. La transición de la salida del amplificador 332 de alta a baja puede a su vez disparar un circuito de selección de para controlar el uso de los reguladores de la corriente de entrada como valor de control. El circuito de selección puede acoplar la salida del amplificador 332 a la entrada del regulador 302 a través del controlador 310, por ejemplo. El controlador 310 puede incluir un amplificador y tensión de referencia, en un circuito lineal o un modulador PWM en un circuito de conmutación. En cualquier caso, el regulador funcionará para mantener la corriente de entrada en un valor tal que la tensión en la salida del detector de corriente de entrada esté por debajo de la tensión de referencia desde el DAC.

Tal y como se mencionó anteriormente, el valor utilizado para programar el DAC puede ser programado inicialmente de modo que el límite de corriente está por encima de un valor máximo actual de entrada esperado disponible de la fuente de alimentación, que puede causar que la tensión de entrada se derrumbe. El valor puede entonces disminuir gradualmente hasta que la tensión de entrada mantenga su valor nominal. Por ejemplo, un adaptador de pared de CA a CC con una salida USB puede generar 5 voltios de corriente continua y un máximo de hasta 1500mA. En consecuencia, si un valor inicial se almacena en los registros 321 correspondientes a un límite de corriente de entrada de 1800mA, el regulador puede pretender elaborar 1800mA de la fuente de potencia. Sin embargo, si el regulador toma 1500mA de corriente de la red eléctrica, la tensión en la fuente de energía disminuirá a medida que se supere la máxima capacidad de corriente de la fuente de alimentación. El detector de derrumbe de tensión de

5 entrada 304 detecta la tensión recibida de la fuente de alimentación 301. En este ejemplo, el detector 304 puede estar configurado (por ejemplo, programados o cableado) para detectar una tensión de entrada por encima de 4,9 voltios, por ejemplo. Si la tensión de entrada se derrumba, el detector 304 puede generar una señal, que a su vez se puede utilizar para reducir el valor límite de corriente de entrada. En este ejemplo, la salida del detector 304 está acoplada a un contador 320. Si la tensión de entrada cae por debajo de la tensión esperada (por ejemplo, 4,9 voltios), una señal del detector 304 puede hacer que el contador 320 se decremente. Además, la salida del detector 304 puede estar acoplada a un circuito de control 310 para detener el regulador 302 si la tensión de entrada se derrumba. Los bits decrementados pueden ser almacenados en los registros 321 y pueden corresponder a un límite de corriente de entrada de 1700mA. El detector de tensión puede ser de restablecimiento, por ejemplo, para determinar si la tensión de entrada está por debajo de la tensión de entrada esperada. En una realización, un retardo, que puede ser programable, se introduce entre el instante (o momento) en el que el regulador está cerrado y el tiempo que el regulador se reinicia para permitir que la tensión de la fuente de alimentación se eleve de nuevo hasta su valor nominal (por ejemplo, recargar las cargas capacitivas en la línea de alimentación). Los reguladores pueden ser renovados y la tensión de entrada detectada. Si la tensión de entrada está todavía por debajo de la tensión de entrada esperada, el contador 320 de nuevo puede ser decrementado y el resultado usado para reprogramar los registros 321 y 322 del CAD a un valor correspondiente a 1600mA, por ejemplo. Este proceso puede repetirse hasta que un valor se almacena en los registros 321 correspondientes a un valor límite de corriente por debajo de la corriente máxima disponible de la fuente de alimentación. Con este límite de corriente, las tensiones de entrada de la fuente de alimentación estarán por encima del valor esperado y el sistema puede dibujar una corriente cerca de la cantidad máxima de corriente disponible de la fuente de energía para cargar la batería 303 y/o encender el dispositivo.

25 En una realización, un límite de corriente de salida se puede fijar al límite de la corriente de entrada recibida de la fuente de alimentación. Por ejemplo, la salida de detector de corriente 306 puede detectar la corriente de salida y generar una tensión proporcional a la corriente. La tensión que representa la corriente de salida de la fuente de alimentación es procesada por un circuito de comparación 308. Por ejemplo, la tensión de salida del detector de corriente 306 puede ser comparada con una tensión de referencia 343 usando un amplificador 342. El amplificador 342 puede estar configurado en un bucle cerrado con retro-alimentación 341, por ejemplo. La tensión de referencia 343 es generada por el DAC 322, que se ilustra como un solo DAC, pero se puede implementar como dos o más DAC separados. El DAC 321 está programado con un valor almacenado en los registros 321, que también se ilustra como un solo bloque, pero puede incluir múltiples registros, cada uno incluyendo una pluralidad de elementos de almacenamiento de datos utilizados para programar múltiples circuitos diferentes, tales como diferentes DAC, por ejemplo. En consecuencia, un valor almacenado en los registros 321 puede ser utilizado para establecer la tensión de comparación que se compara con el valor actual de salida detectado. Si la corriente del regulador, que se deriva de la corriente de la fuente de energía, aumenta de tal manera que la tensión en la entrada del amplificador 342 es mayor que la tensión de referencia programada 343, entonces el regulador puede ser controlado mediante la corriente de salida. En este ejemplo, cuando la tensión correspondiente a la corriente de salida aumenta por encima de la tensión de referencia programada, la salida del amplificador 342 pasará de alta a baja. La transición de la salida del amplificador 342 de alta a baja puede a su vez circuito de selección de gatillo para controlar el regulador usando la corriente de salida como valor de control. Por lo tanto, el regulador funcionará para mantener la corriente de salida a un valor tal que la tensión correspondiente al detector de corriente de salida está por debajo de la tensión de referencia desde el DAC. Al mantener la corriente de salida por debajo del valor programado, la corriente de entrada también puede ser limitada si el regulador es el punto principal de la corriente proveniente de la fuente de energía para el sistema. Como se describió anteriormente, los registros pueden ser programados con un valor límite de la corriente de salida, ya sea por encima o por debajo del valor máximo posible de la fuente de alimentación, y el límite de corriente máxima de salida se puede obtener utilizando el detector de tensión de entrada 304 y reprogramar iterativamente el límite de intensidad de salida descrito anteriormente.

50 Ha de entenderse que en un regulador de conmutación, el límite de corriente de salida puede estar en un valor mayor que la corriente de entrada cuando la tensión de la batería es menor que la tensión de entrada de la fuente de alimentación. En consecuencia, el límite de corriente de salida puede ajustarse a valores más altos que la corriente de entrada máxima de la fuente de energía manteniendo todavía la corriente de entrada dentro de sus valores nominales. Sin embargo, como las baterías aumentan la tensión, el límite de corriente de salida puede tener que ser reducido para mantener la corriente de entrada dentro de las clasificaciones de la fuente de alimentación. Del mismo modo, ha de entenderse que en un regulador lineal, la corriente de salida normalmente será menor que la corriente de entrada debido a las ineficiencias en el regulador lineal.

60 En un ejemplo de realización, un circuito electrónico puede incluir limitación de corrientes de entrada y de salida. Por ejemplo, en una aplicación de carga de baterías, las realizaciones de la presente invención se pueden usar para cargar una batería agotada. Inicialmente, una batería puede tener un nivel bajo de tensión correspondiente a un estado de agotamiento. En consecuencia, un regulador puede estar configurado para generar una corriente de salida constante en la batería para recargar la batería. En este ejemplo, la corriente de salida se puede ajustar en base a la corriente máxima que puede tolerar la batería (por ejemplo, sobre la base de una especificación de la batería). Sin embargo, cuando la tensión de la batería es baja, la corriente de entrada se mantiene a un nivel bajo basado en la corriente de salida ajustada. A medida que la tensión de la batería aumenta al recibir una corriente de salida constante, la corriente de entrada recibida por el regulador de la fuente de energía comenzará a aumentar. Si

la entrada de corriente aumenta por encima de la corriente máxima disponible de la fuente de alimentación, la tensión de alimentación se derrumbará. En consecuencia, durante la carga de corriente de salida constante, el sistema sigue supervisando la tensión de alimentación, y si la tensión de entrada de la fuente de alimentación cae por debajo de un umbral, el sistema vuelve a programar el límite de corriente de entrada para que la corriente de entrada que proviene de la fuente de alimentación no exceda un valor máximo. En otras palabras, cuando el regulador está en fase de carga (por ejemplo, el estado 406 en la figura 4 a continuación) cuando se derrumba la entrada, se vuelve a iniciar el algoritmo de límite de corriente de entrada.

En el ejemplo descrito anteriormente, un contador 320 se acopló entre el detector de caída de tensión de entrada 304 y un registro 321 para cambiar iterativamente el valor límite de corriente programado. El contador puede disminuir si el límite actual está programado inicialmente mayor que la corriente máxima disponible de la fuente de alimentación, o el contador puede incrementar si el límite de corriente está inicialmente programado más bajo que el actual máximo disponible de la fuente de alimentación. En el último caso, el detector 304 puede generar una primera señal de salida si la tensión en la entrada no se ha derrumbado durante un evento de detección, y el detector 304 puede generar una segunda señal de salida si la tensión en la entrada ha derrumbado durante un evento de detección que indica que el límite de corriente máxima se ha superado de manera que el sistema puede reducir el límite de corriente al valor anterior. Las dos señales pueden ser señales analógicas o digitales con dos estados de una sola línea o diferentes señales en varias líneas. Todos los circuitos descritos anteriormente pueden implementarse en un solo circuito integrado, por ejemplo, para la aplicación de las técnicas descritas en el presente documento. En otra realización, la salida del detector de derrumbe de tensión de entrada 304 puede estar acoplada a la electrónica externa. En esta realización, la electrónica externa puede reprogramar los registros 321 en base a un algoritmo. Por ejemplo, la electrónica externa puede incluir un microprocesador, microcontrolador, lógica programable, o un circuito de máquina de estados para controlar el dispositivo electrónico. El algoritmo puede implementarse como software o firmware, o incluso como una máquina de estados cableada, por ejemplo. La salida del detector 304 puede generar una o más señales que indican que la tensión de fuente de alimentación está por debajo de un valor esperado (por ejemplo, la tensión de entrada ha derrumbado) o que la tensión de fuente de alimentación está por encima de un valor esperado (por ejemplo, la tensión de entrada ha derrumbado) durante un período de tiempo durante el que la detección se lleva a cabo, por ejemplo. Las señales generadas por el detector 304 se pueden proporcionar a través de una ruta externa a otros circuitos de ejecución de un algoritmo como se muestra en el bloque 350. En respuesta a la recepción de las señales de detector 304, el algoritmo puede provocar que los registros se reprogramen con nuevos valores para determinar iterativamente el límite de intensidad óptima. Como se muestra en el ejemplo de la Figura 3, el bloque de algoritmo 350 puede disminuir el valor en el registro 321 y generar, detener y reanudar señales al controlador 310 para desactivar el regulador si la tensión de entrada se derrumba y reiniciar el regulador después de que el nuevo límite de corriente se haya programado.

La Figura 4 ilustra un procedimiento de carga de una batería de acuerdo con una realización de la presente invención. Este proceso de ejemplo ilustra cómo el límite de corriente de salida se puede cambiar para mantener la corriente recibida de una fuente de alimentación dentro de sus valores nominales. En la fuente de alimentación 401 está acoplado al dispositivo electrónico. En 402, la corriente de carga en la batería, que es la corriente de salida del regulador, se puede establecer a un valor inicial. En 403, el circuito de carga de la batería está activado y el regulador empieza a conducir la corriente de carga en la batería. En 405, se detecta la tensión de entrada y se compara con una tensión umbral. Si la tensión de entrada de la fuente de alimentación, V_{in} , es menor que una tensión de umbral, V_{fail} , en 405, entonces el cargador se desactiva en 407 y la corriente de carga se reduce en un paso más en 408. En una realización, un retardo programable puede incluirse para controlar el tiempo entre el momento en que el regulador está apagado y el momento en el que el regulador está encendido. Esto puede ser útil para diferentes sistemas que pueden requerir diferentes períodos de tiempo para la tensión de entrada de la fuente de alimentación para recuperarse después de un derrumbe. Si el nuevo valor de corriente de carga no derrumba la tensión de entrada cuando el cargador se reinicia en 403, a continuación, $V_{in} > V_{fail}$ a 405, y la carga puede continuar en 406 usando una variedad de algoritmos de carga.

La Figura 5 ilustra un cargador de batería de acuerdo con una realización de la presente invención. Este ejemplo ilustra un circuito integrado que puede ser incluido en un dispositivo electrónico y se utiliza para cargar una batería usando las técnicas descritas anteriormente. Un dispositivo electrónico 500 puede incluir un puerto USB 509 para recibir un cable USB. El cable USB puede incluir una conexión a tierra (GND), una tensión DC (VBUS), y dos líneas de datos (D+ y D-). El conector 509, por lo tanto, incluye una conexión a tierra, conexión de la tensión de entrada y dos conexiones de datos. En algunas aplicaciones, un adaptador AC a DC puede proporcionar una salida USB compatible incluyendo las cuatro salidas antes mencionadas. Dado que un adaptador de pared puede no proporcionar salidas de datos, los pines D+ y D- pueden conectarse entre sí (es decir, en corto circuito) como se ilustra en 590.

En este ejemplo, el dispositivo electrónico puede incluir un controlador USB acoplado a la toma USB para recibir VBUS, GND, D+ y D-. El controlador USB podrá acoplar datos entre el circuito integrado 502 a un servidor USB o al controlador concentrador, por ejemplo. En este ejemplo, el circuito integrado 502 incluye un terminal de entrada (por ejemplo, un pin de paquete DCIN) para recibir la tensión de la fuente de alimentación VBUS, con un condensador DC 510 acoplado entre DCIN y tierra. El circuito integrado 502 incluye un controlador 503 para aplicar la regulación de conmutación PWM, detectar la tensión de entrada y la corriente límite programable. El controlador 503 puede

incluir registros 530 para almacenar uno o más valores del límite de corriente, por ejemplo. El circuito integrado 502 incluye además pines SDA y SCL digitales para comunicar información al controlador USB 501 para la programación y configuración del circuito integrado. Un controlador digital 504 puede recibir información desde el controlador USB 501 y configurar registros u otros elementos de almacenamiento de datos en el circuito integrado para programar el

5 circuito para realizar las funciones deseadas, incluyendo programar los límites de corriente y tensiones de umbral o tensiones de entrada fuente de energía que se espera, por ejemplo. En este ejemplo, el controlador digital 504 está acoplado a un circuito de detección 505. La fuente de energía del circuito de detección de fuente de alimentación 505 está acoplada a un pin D + y a un pin D- del circuito integrado. El pin D + se puede acoplar al pin D + en el conector USB 509, y el pin D- puede acoplarse a la conexión D- del conector USB. El circuito de detección de fuente

10 de alimentación 505 puede detectar un cortocircuito entre D + y D- de las líneas USB como se ilustra en 590, lo que puede ser utilizado en los adaptadores de pared donde no se transmiten datos, por ejemplo. Si se detecta un corto circuito, el circuito integrado 502 puede operar en un primer modo de carga mediante la programación de una pluralidad de registros con los parámetros correspondientes a una fuente de alimentación del adaptador de la pared de carga. Si no se detecta un cortocircuito (es decir, si se detecta un circuito abierto), el circuito integrado 502 puede

15 operar en un segundo modo de carga mediante la programación de una pluralidad de registros con los parámetros correspondientes a una fuente de alimentación de carga del USB. Por ejemplo, en un modo de fuente de alimentación USB, el sistema puede ser configurado con los parámetros de carga en base a la información comunicada entre un servidor USB o a un concentrador controlador y al controlador de circuito integrado 504, por ejemplo.

20 En este ejemplo, el regulador es un regulador de conmutación. En consecuencia, el circuito integrado 502 incluye un primer transistor de conmutación 506 acoplado entre el pin DCIN y un pin de salida de conmutación SW. Un segundo transistor de conmutación 507 puede estar acoplado entre el pin de SW y un terminal de tierra GND para el establecimiento de una conexión a tierra. Las puertas de los transistores de conmutación 506 y 507 se acoplan al

25 controlador 5U3 para recibir señales de conmutación PWM. El pin de salida de conmutación está acoplado a un condensador 514 y al inductor 512 que forman un filtro. En este ejemplo, el circuito integrado 502 incluye además un pin CSIN de entrada de detección de corriente acoplado a la salida del filtro. El pin CSIN está acoplado a través de un resistor 508 a un pin CSOUT de salida de detección de corriente. Los primer y segundo terminales de la resistencia 508 están acoplados al controlador 503, y de acuerdo con ello, el controlador 503 puede detectar la

30 corriente de salida del regulador. El pin CSOUT está acoplado a la batería 513, que en este ejemplo es una pila de ion litio 1 (Li-ion), y a otros aparatos electrónicos del sistema del dispositivo electrónico. Como se ilustra en la Figura 4, la corriente de salida, que es también la corriente de carga en este ejemplo, se puede establecer en un valor inicial y el circuito de carga de la batería estar habilitado. El pin DCIN está acoplado al controlador 503, y el controlador 503 incluye circuitos para detectar la tensión de entrada del conector USB. Si la corriente de carga inicial

35 hace que la tensión de entrada derrumbe, el circuito puede detenerse, y el registro 550 puede ser reprogramado con una corriente de carga inferior. El sistema puede ser reiniciado y la tensión de entrada USB detectada de nuevo. Este proceso puede repetirse hasta que se establezca la corriente de carga apropiada.

40 La descripción anterior ilustra varias realizaciones de la presente invención junto con ejemplos de cómo se pueden implementar aspectos de la presente invención. Los ejemplos y realizaciones anteriores no deberían ser considerados como las únicas formas de realización, y se presentan para ilustrar la flexibilidad y ventajas de la presente invención como se define mediante las siguientes reivindicaciones. Por ejemplo, ha de entenderse que algunas o todas las características, bloques y componentes descritos anteriormente pueden estar integrados en un

45 circuito integrado. Basado en la descripción anterior y las siguientes reivindicaciones, otros arreglos, realizaciones, implementaciones y equivalentes serán evidentes para los expertos en la técnica y pueden emplearse sin apartarse del alcance de la invención como se define mediante las reivindicaciones. Los términos y expresiones que se han empleado aquí se utilizan para describir las diversas realizaciones y ejemplos. Estos términos y expresiones no son para ser interpretados como que excluyen equivalentes de las características mostradas y descritas, en partes de las mismas, reconociéndose que son posibles diversas modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones

50 adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un circuito electrónico que comprende:

5 un regulador (103) que tiene una entrada (121) acoplada a una fuente de alimentación (110) para recibir una tensión y una corriente, y una salida (122) para proporcionar una corriente de salida; un circuito de detección de tensión de entrada acoplado a la fuente de alimentación (110); y un circuito de límite de corriente ajustable (104) para controlar la corriente de entrada o de salida del regulador (103),
 10 en el que el circuito de detección de tensión de entrada controla la tensión de la fuente de alimentación (110) y el circuito de límite de corriente ajustable (104) cambia la entrada o salida de límite de corriente del regulador (103) en base a que la tensión de la fuente de alimentación (110) derrumbe por debajo de un valor umbral para encontrar un valor máximo del límite de corriente por debajo de un máximo de corriente de la fuente de alimentación (110).

15 2. El circuito electrónico según la reivindicación 1,

en el que la salida (122) del regulador (103) está acoplada a una batería (150),
 20 en el que el regulador (103) está configurado para producir una corriente constante en dicha batería (150), en el que el circuito de límite de corriente ajustable (104) controla la corriente de salida del regulador (103), y en el que el límite de corriente de salida es mayor que la corriente de entrada cuando la tensión de la batería es menor que la tensión de la fuente de alimentación (110).

25 3. El circuito electrónico según la reivindicación 1, en el que el límite de corriente se establece en un valor inicial por encima de la corriente máxima disponible de la fuente de alimentación (110) y disminuye gradualmente hasta que la tensión de la fuente de alimentación (110) aumenta por encima del valor umbral.

30 4. El circuito electrónico según la reivindicación 1, en el que el límite de corriente se establece en un valor inicial por debajo del máximo de corriente disponible desde la fuente de alimentación (110) y aumenta de forma incremental hasta que la tensión de la fuente de alimentación (110) disminuye por debajo del valor de umbral, en el que el límite de corriente se establece en un valor inmediatamente anterior utilizado antes de que la tensión de la fuente de alimentación (110) disminuya por debajo del umbral de tensión.

35 5. El circuito electrónico según la reivindicación 1, en el que el regulador (103) es un regulador de conmutación.

6. El circuito electrónico según la reivindicación 1, en el que el circuito de límite de corriente ajustable (104) controla la corriente de entrada del regulador (103).

40 7. El circuito electrónico según la reivindicación 1, en el que el circuito de límite de corriente ajustable (104) controla la corriente de salida del regulador (103).

8. Un procedimiento para controlar la corriente en un circuito electrónico que comprende:

45 recibir una tensión y una corriente de una fuente de alimentación (110) en una entrada (121) de un regulador (103);
 monitorizar la tensión de la fuente de alimentación (110); y
 cambiar un límite de corriente de entrada o salida del regulador (103) en base a que la tensión de la fuente de alimentación (110) derrumbe por debajo de un valor umbral para encontrar un valor máximo del límite de corriente por debajo de un máximo de corriente de la fuente de alimentación (110).

50 9. El procedimiento según la reivindicación 8, en el que una salida del regulador (103) está acoplada a una batería (150) y en el que el regulador (103) está configurado para producir una corriente constante en dicha batería (150).

55 10. El procedimiento según la reivindicación 9, que comprende además:

establecer un límite de corriente de salida del regulador (103), en el que el límite de corriente de salida es mayor que la corriente de entrada cuando la tensión de la batería es menor que la tensión de la fuente de alimentación (110).

60 11. El procedimiento según la reivindicación 10, que comprende además:

determinar un límite de corriente de entrada si la tensión en la batería (150) hace que la corriente de entrada aumente por encima de una corriente máxima disponible desde dicha fuente de alimentación (110).

- 5
12. El procedimiento según la reivindicación 8, en el que el límite de corriente se establece en un valor inicial y se incrementa hasta que el límite de corriente se establece en un valor que optimiza la potencia disponible de la fuente de alimentación (110).
- 10
13. El procedimiento según la reivindicación 12, en el que el límite de corriente se establece en un valor inicial por encima de la corriente máxima disponible de la fuente de alimentación (110) y disminuye gradualmente hasta que la tensión de la fuente de alimentación (110) aumenta por encima del valor umbral.
- 15
14. El procedimiento según la reivindicación 12, en el que el límite de corriente se establece en un valor inicial por debajo de la corriente máxima disponible desde la fuente de alimentación (110) y aumenta de forma incremental hasta que la tensión de la fuente de alimentación (110) disminuye por debajo del valor umbral, en donde el límite actual se establece en un valor inmediatamente anterior utilizado antes de que la tensión de la fuente de alimentación (110) se reduzca por debajo del umbral de tensión.
- 20
15. El procedimiento según la reivindicación 8, que comprende además:
generar una primera tensión proporcional a una primera corriente en la entrada (121) o salida (122) del regulador (103);
comparar la primera tensión a una tensión de referencia, en donde la tensión de referencia se genera en base a una pluralidad de bits almacenada correspondientes a un límite de corriente programado;
controlar el regulador (103) usando la primera corriente si la primera tensión es mayor que la tensión de referencia.
- 25
16. El procedimiento según la reivindicación 15, en el que la pluralidad de bits almacenada se establece a un valor inicial y se incrementa hasta que la tensión de referencia se ajusta a un valor que optimiza la potencia disponible de la fuente de alimentación (110).
- 30
17. El procedimiento según la reivindicación 8, en el que el control de la tensión de la fuente de alimentación (110) comprende:
detectar la tensión en la entrada (121) del regulador (103);
generar una señal si la tensión en la entrada (121) del regulador (103) está por debajo de una tensión esperada;
35 cambiar bits digitales en respuesta a la señal generada; y
cambiar una corriente de entrada o de salida del regulador (103), utilizando los bits digitales.
- 40
18. El procedimiento según la reivindicación 17, en el que los bits digitales se almacenan en un contador y en el que el contador se incrementa en respuesta a la recepción de la señal.

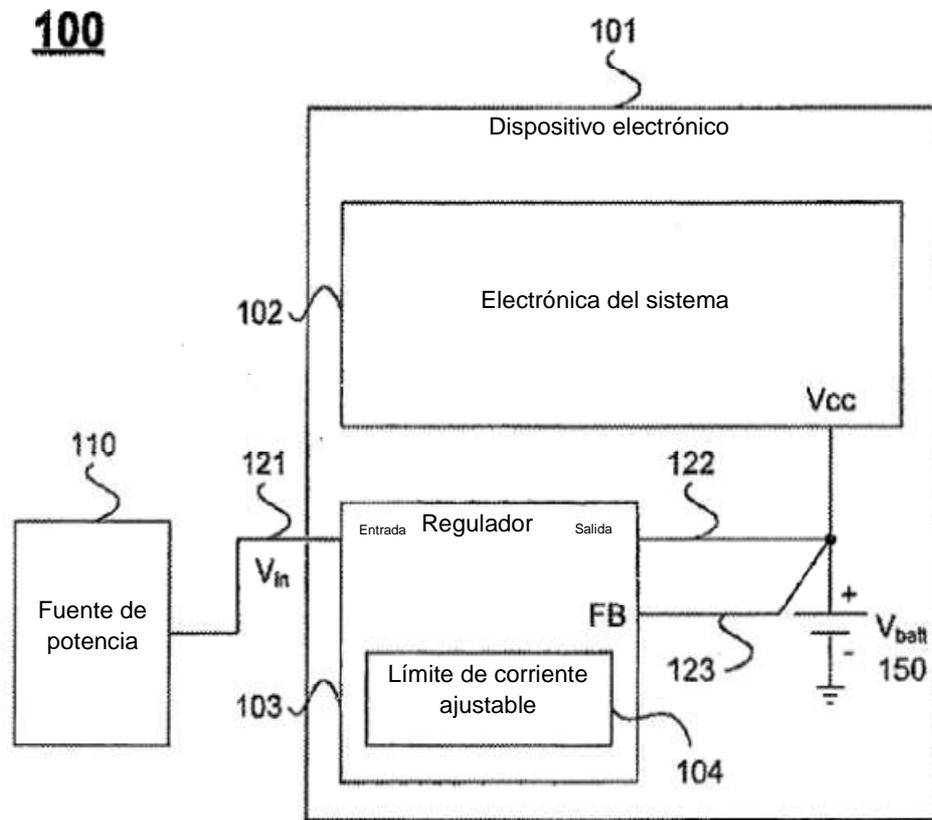


FIG. 1

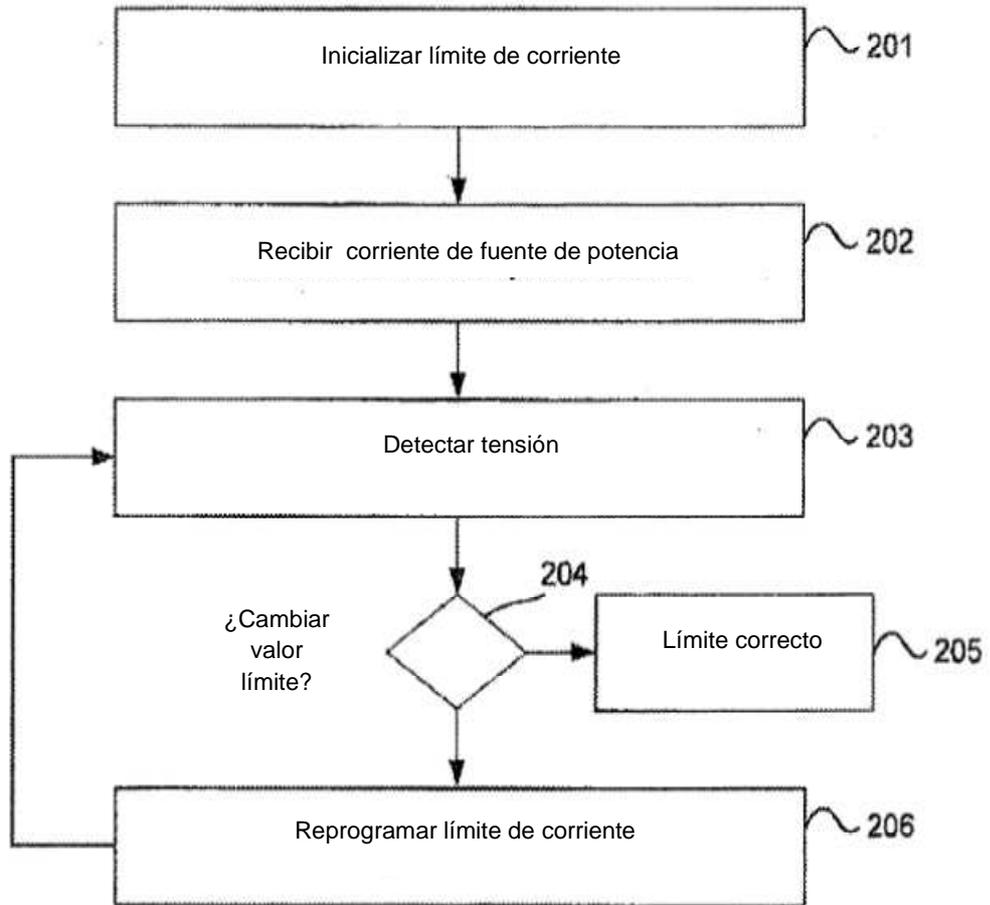


FIG. 2

300

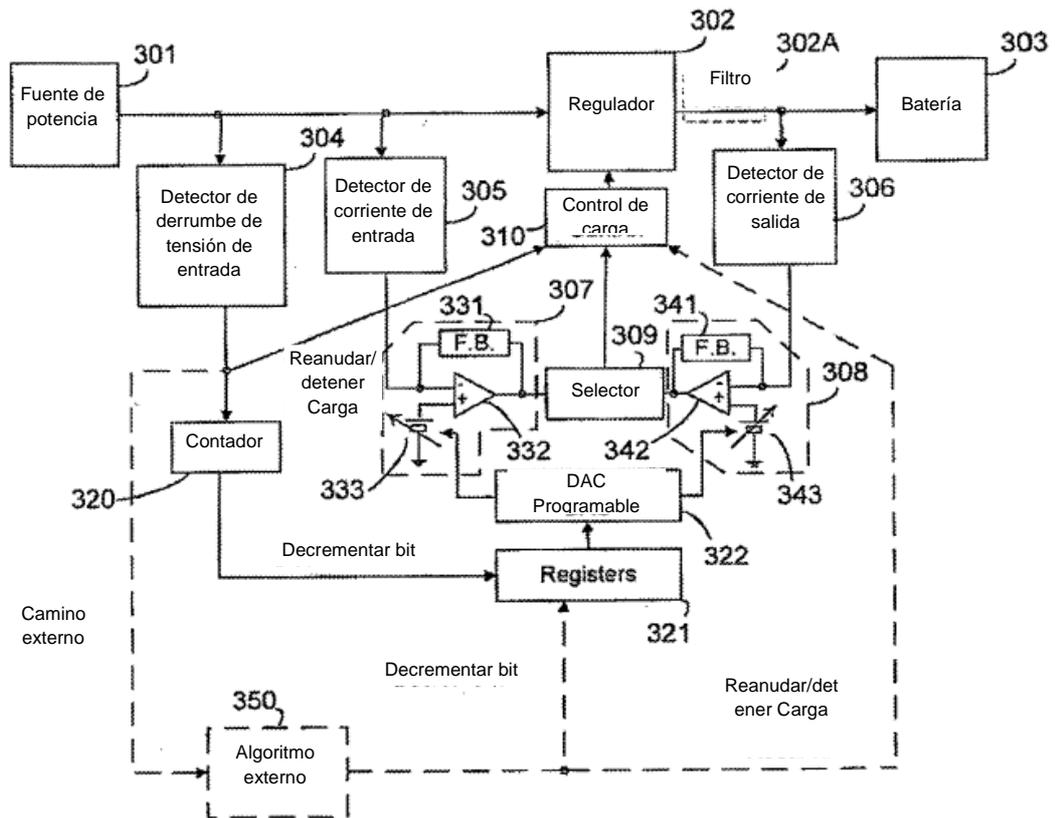


FIG. 3

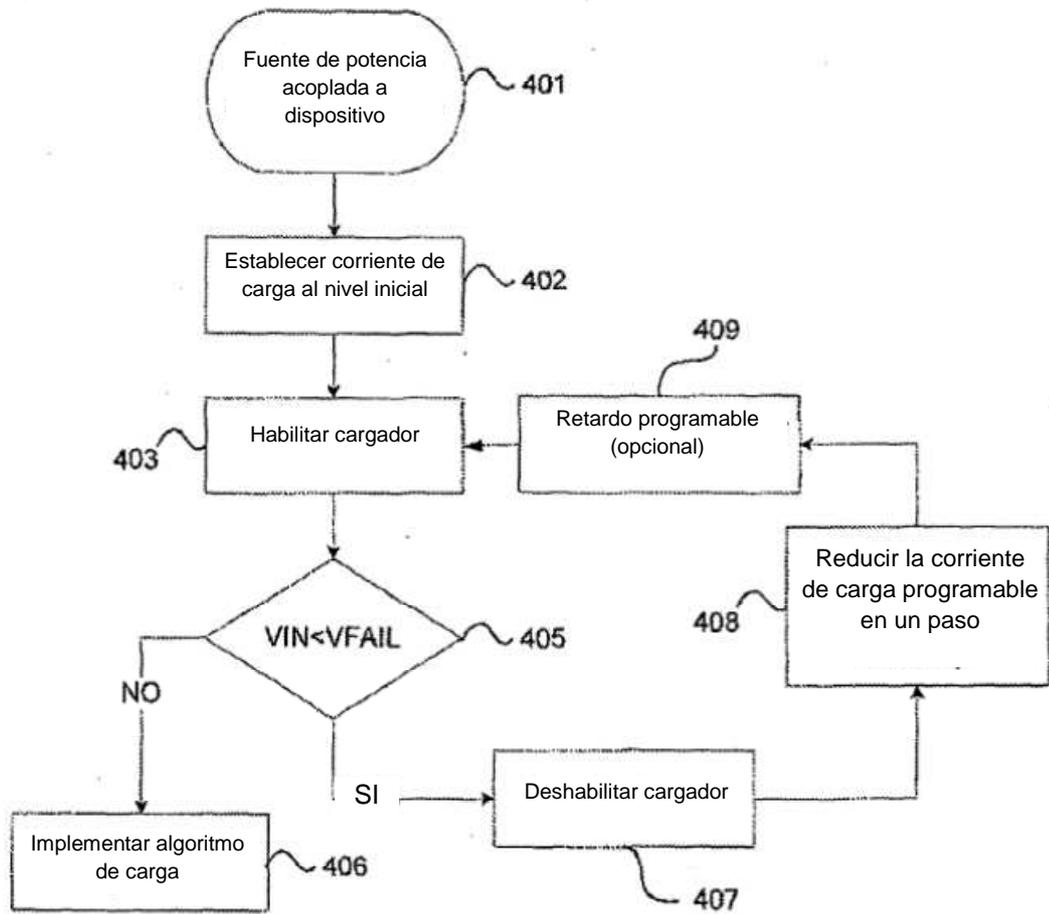


FIG. 4

