

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 761 801**

51 Int. Cl.:

H02J 7/00 (2006.01)

G06F 1/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.02.2004 E 16191782 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2019 EP 3145044**

54 Título: **Circuito y método de funcionamiento para una fuente de alimentación eléctrica**

30 Prioridad:

21.02.2003 US 372180
21.02.2003 CA 2419488

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

21.05.2020

73 Titular/es:

**FUNDAMENTAL INNOVATION SYSTEMS
INTERNATIONAL LLC (100.0%)
2990 Long Prairie Road, Suite B
Flower Mound, TX 75022, US**

72 Inventor/es:

**VESELIC, DUSAN y
GUTHRIE, MARTIN G. A.**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 761 801 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

Circuito y método de funcionamiento para una fuente de alimentación eléctrica

5 Campo técnico

La presente invención se refiere en general a cargadores de batería, y más específicamente a un método y un aparato para carga de una batería en un dispositivo de comunicación portátil desde varias fuentes de alimentación, incluyendo fuentes de capacidad limitada tal como un nodo de alimentación integral de un bus de datos de ordenador. Uno de dichos buses de datos de ordenador sería un puerto USB (Universal Serial Bus).

Técnica antecedente

Con la revolución de los ordenadores y de la información, los dispositivos electrónicos portátiles tales como teléfonos móviles, asistentes digitales personales (PDA), buscas digitales y dispositivos de correo electrónico inalámbrico, están convirtiéndose en muy comunes. Estos dispositivos portátiles están alimentados normalmente por baterías internas que deben recargarse periódicamente por una fuente de energía externa, usando un cargador de baterías. Los cargadores de baterías reciben en general energía desde una toma de la red eléctrica de CA estándar y convierten la energía de CA en una baja tensión de CC para la recarga de la batería.

Los cargadores de baterías de estos dispositivos portátiles también emplean generalmente un "controlador de carga de la batería" para gestionar la carga de la batería. Dichos controladores de carga de batería ofrecen funcionalidades tales como:

- regulación de los niveles de tensión y corriente para la batería recargable;
- proporcionar señales de estado al procesador principal del dispositivo portátil, o el funcionamiento de uno o más LED (diodos emisores de luz) de estado;
- proporcionar circuitos de protección tales como de sobrecorriente, baja tensión, polaridad inversa y protección por sobretensión; y
- desconectarse a sí mismos cuando la fuente de carga se haya retirado, para minimizar el drenaje de la batería.

Los paquetes de baterías de ion de litio, por ejemplo, deben cargarse de acuerdo con un algoritmo relativamente estricto de modo que pueda cargarse totalmente, cargarse y recargarse muchas veces, y funcionar con seguridad. Este algoritmo de carga procede generalmente como sigue:

1. en una primera etapa, se acomete cualquier caída de tensión severa o condiciones de descarga profunda. Durante esta etapa de precarga, la tensión de la batería se lleva suavemente hacia arriba desde un estado muy bajo o muerto, normalmente a una tasa de 1/10 de la corriente de carga regular;
2. a continuación, se carga la batería con un nivel de corriente constante, hasta que la tensión a través de la batería alcanza su nivel de diseño (digamos, 4,2 V CC). En este punto la batería solo estará del 40 al 70 % de su capacidad total; y a continuación
3. la carga de la batería continúa a un nivel de tensión constante (de nuevo, digamos 4,2 V CC) hasta que esté totalmente cargada. En este modo, la corriente extraída por la batería caerá a lo largo del tiempo. Cuando la corriente de carga ha caído al 10 % de la tasa de carga inicial, o en algún otro límite determinado por el fabricante de la batería, la carga se detiene.

La carga debe detenerse en este punto debido que no es aceptable goteo de carga para las baterías de ion de litio; una sobrecarga dañaría las celdas, posiblemente retirando el plateado de litio y convirtiéndose en peligroso.

Por ello, las baterías de litio son casi siempre usadas invariablemente con controladores de carga de baterías diseñados para sus parámetros de carga particulares.

Desafortunadamente, la mayor parte de los controladores de carga de batería se diseñan para extraer desde una fuente de alimentación de alta capacidad con una tensión estable que no se debilitará apreciablemente bajo sus demandas de corriente. Este es un problema cuando se intenta usar una fuente de alimentación con capacidad limitada. Algunos buses de datos de ordenador, tal como los buses USB (universal serial bus) pueden usarse para proporcionar energía a dispositivos externos, pero aunque dichas fuentes de alimentación son muy convenientes, tienen una capacidad limitada.

La mayoría de los ordenadores personales (PC) y ordenadores portátiles disponibles hoy en día, están provistos con uno o más puertos USB como componentes estándar. Los puertos USB se diseñan para soportar comunicación de datos a velocidades de hasta 12 megabits y 1,5 megabits por segundo, soportar instalación de software PnP (Plug and Play) y soportar conexión en caliente (es decir los dispositivos pueden conectarse y desconectarse mientras el PC está en ejecución). Por ello, los puertos USB se usan frecuentemente como interfaces para conectar teclados, ratones, consolas de juego, impresores y escáneres a los PC.

Asimismo, los puertos USB son operativos para suministrar una energía limitada a los dispositivos externos conectados. La especificación USB estándar requiere que los puertos USB de “alta energía” sean operativos para proporcionar una tensión de alimentación de 4,75 - 5,25 V CC y suministrar corriente de al menos 500 mA (frecuentemente denominadas como “cinco unidades”), la especificación para puertos USB de “baja energía” requiere una tensión de alimentación de 4,40 - 5,25 V CC y una corriente de 100 mA (denominada como “una unidad”).

Los puertos USB parecerían ser una elección muy lógica como fuente de alimentación para dispositivos portátiles por un cierto número de razones. Para comenzar, los puertos USB suministran una alimentación de tensión en CC que esta frecuentemente muy próxima a, o justamente por encima de, la tensión de la batería que está siendo cargada (muchos dispositivos portátiles tienen tensiones de batería en el intervalo de 2,5 - 4,5 V CC). Asimismo, muchos dispositivos portátiles pueden ser operativos para subir y descargar datos o software, a y desde un ordenador personal o un ordenador portátil (frecuentemente denominado como un “syncing”). De ese modo, muchos dispositivos portátiles están alimentados con estaciones de conexión tal como la mostrada en el diagrama del sistema de la **Figura 1**. Este es un sistema muy directo, dado que la estación de conexión **10** se conecta a un puerto USB **12** de un ordenador personal (PC) **14** a través de un simple cable y conectores USB **16**. El dispositivo portátil **18** solo necesita depositarse sobre la estación de conexión **10** y se realiza la conexión electrónica al PC **14**.

Si el puerto USB **12** tiene energía suficiente, tiene mucho más sentido usar el puerto USB **12** para suministrar energía de carga al dispositivo portátil **18**, en lugar de usar un cargador de CA separado. Por ejemplo:

1. una fuente de alimentación USB tendrá menor ruido eléctrico que un cargador de CA, a menos que el cargador de CA incorpore grandes condensadores o inductores de CC;
2. un cargador de CA requiere o bien un pesado transformador o bien una cara fuente de alimentación conmutada, nada de lo cual se requeriría si se usara la alimentación USB;
3. en la implementación de la fuente de alimentación USB, el cable y conectores **16** usados para conectar la estación de conexión **10** al PC **14** se usarían para llevar tanto energía como datos, de modo que no se requeriría en absoluto ningún componente extra. Por el contrario, habría de proporcionarse una fuente de alimentación de CA como un componente físico separado del cable de datos USB; y
4. no hay normas universales para fuentes de alimentación de CA; una fuente de alimentación de CA puede requerir 120 V CA o 240 V CA y puede proporcionar 3, 4,5, 6, 7,5 o 9 V CC de salida, con uno de un gran número de diferentes posibles conectores y polaridades. Un viajero que olvide su fuente de alimentación de CA en casa, puede no ser capaz de hallar sustituto adecuado.

Por el contrario, la norma USB está ampliamente aceptada, de modo que un viajero cuyo dispositivo móvil esté equipado con un conector USB tendrá una mucha mayor oportunidad de hallar una fuente de carga.

Por ello, sería claramente deseable usar la energía del USB para cargar dispositivos portátiles. Desafortunadamente sin embargo, como se ha observado anteriormente, los puertos USB solo pueden proporcionar una energía limitada. El problema queda claro cuando se considera el diagrama de bloques de la **Figura 2**. En este escenario, el dispositivo portátil **18** y el controlador de carga de batería **20** se conectan al puerto USB **12** en paralelo, dado que bajo condiciones de carga el interruptor de control **22** estará conmutado de modo que el dispositivo portátil **18** extraerá alimentación del puerto USB **12**. Cuando la batería **24** haya quedado totalmente cargada por el controlador de carga de batería **20** y la alimentación del puerto USB **12** retirada, el interruptor de control **22** se conmuta a continuación de modo que el dispositivo portátil **18** extrae la energía de la batería **24**. Este tipo de circuito puede trabajar en algunas circunstancias, pero no es aceptable en donde la fuente de energía tiene una capacidad limitada.

Si se intenta alimentar el dispositivo portátil **18** y el controlador de carga de batería **20** simultáneamente desde la tarjeta USB **12**, es bastante probable que se coloque una carga demasiado grande sobre la tarjeta USB **12**. La carga excesiva sobre la tarjeta USB **12** puede dar como resultado una situación de baja tensión o baja corriente que daría como resultado un cierto número de problemas indeseables tales como: la batería **24** no quede apropiadamente cargada o quede permanentemente dañada, o el dispositivo portátil **18** funcione erráticamente o quede dañado.

Como alternativa, la batería **24** y el dispositivo portátil **18** pueden disponerse tal como se muestra en la **Figura 3** de modo que queden ambos alimentados por el controlador de carga de batería **20**. Aunque dicho diseño reduciría la extracción de energía total por parte del dispositivo portátil **18** y la batería **24** en combinación, hay un cierto número de otros problemas:

1. de modo más importante, no haya un control sobre la energía total que se extrae desde el puerto USB **12**;
2. la energía extraída por el dispositivo portátil **18** podría perturbar la protección cuidadosamente diseñada y mecanismos de carga del controlador de carga de batería **26**;
3. el dispositivo portátil **18** y la batería **24** compiten arbitrariamente por la energía disponible, de modo que puede afectar adversamente al funcionamiento entre ellos. Si la tensión disponible cae demasiado bajo, o está disponible una corriente insuficiente, ambos dispositivos pueden funcionar erráticamente, o fallar todos a la vez;
4. Si la batería **24** está en un estado de descarga profundo cuando se conecta la energía, la tensión al dispositivo portátil **18** caerá al nivel de la batería profundamente descargada. Normalmente, los dispositivos portátiles **18** no

serán operativos en dicho nivel de baja tensión; y

5 5. la corriente que debe suministrarse a la batería **24** y al dispositivo portátil **18** debe disiparse por el controlador de carga de batería **20** o un semiconductor externo en alguna forma. Cuanta más energía se disipa, mayor debe ser el controlador de carga de batería **20** (o el semiconductor externo controlado por el controlador de carga de batería **20**). Generalmente, la capacidad de un semiconductor para disipar energía varía con su área superficial, por ello, si la disipación de energía se duplica, el semiconductor debe incrementar en cuatro veces el área superficial.

10 Podrían desarrollarse nuevos controladores, dedicados de carga de batería que se diseñen para funcionar con una fuente de alimentación USB y un dispositivo portátil **18**, lo que sería una solución cara y complicada. Cada controlador de carga de batería tendría que diseñarse para adaptarse a una pareja particular de dispositivo portátil **18** y batería **24** debido a que tendría que tener en cuenta los requisitos de consumo de energía de ambos componentes.

15 Existe por tanto una necesidad de un método y aparato que permita que buses de datos de ordenador estándar tales como los puertos USB alimenten simultáneamente dispositivos portátiles **18** y sus circuitos de carga de batería **20** asociados sin tener que diseñar nuevos controladores de carga de batería con aplicaciones muy específicas. Este diseño debe proporcionarse con consideración a los estrechos parámetros de funcionamiento de los circuitos de carga de batería, la limitada área de tarjeta física en dispositivos portátiles, y la fiabilidad y complejidad del diseño.

20 El documento US 2001/0003205 (AI) se refiere a un dispositivo portátil de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

25 **Divulgación de la invención**

Es por lo tanto un objetivo de la invención proporcionar un método y un aparato novedosos que permitan que se alimenten controladores de carga de batería estándar desde puertos de datos de ordenador estándar y otras fuentes de energía, que obvien o mitiguen al menos una de las desventajas de la técnica anterior.

30 Este objeto se logra con las características de la reivindicación 1 del dispositivo y el método de la reivindicación 31. Las reivindicaciones dependientes mencionan realizaciones ventajosas de la invención.

Un aspecto de la invención, como se establece en la reivindicación 1, se define como un dispositivo portátil que comprende: un puerto configurado para recibir una potencia de suministro de un suministro de potencia de capacidad limitada; una batería recargable; un controlador configurado para recibir la potencia de suministro y generar una potencia de salida a uno o varios de los primeros componentes del dispositivo portátil y la batería recargable; estando el controlador configurado además para limitar la potencia de salida de tal manera que el uno o varios de los primeros componentes del dispositivo portátil y la batería recargable no puedan extraer más del primer límite de corriente del puerto; y una porción de detección configurada para determinar una caída de tensión basada en una comparación de un primer nivel de tensión con un nivel de tensión de referencia, representando el primer nivel de tensión una tensión en la salida del controlador y controla el suministro de la potencia de salida en función de la caída de tensión de tal manera que se proporciona una primera porción de la potencia de salida para operar uno o varios de los primeros componentes del dispositivo portátil y una segunda porción de la potencia de salida se proporciona a la batería recargable, estando la segunda porción de la potencia de salida basada en la caída de tensión; en donde la primera porción de la potencia de salida satisface las necesidades de potencia para operar uno o varios de los primeros componentes del dispositivo portátil.

Otro aspecto de la invención, como se establece en la reivindicación 31, se define como un método para cargar una batería recargable para un dispositivo portátil que utiliza potencia suministrada por un suministro de potencia de capacidad limitada, que comprende: recibir una potencia de suministro del suministro de potencia de capacidad limitada en un puerto; proporcionar una potencia de salida a la batería recargable y uno o varios de los primeros componentes del dispositivo portátil en basándose en la potencia de suministro, en donde la potencia de salida está limitada de tal manera que la batería recargable y el uno o varios de los primeros componentes del dispositivo portátil no pueden extraer más del primer límite de corriente del puerto y en donde el dispositivo portátil comprende el uno o varios componentes del primer dispositivo portátil; y suministrar una primera porción de la potencia de salida al dispositivo portátil basada en una primera potencia necesaria para operar al menos una función del dispositivo portátil no relacionada con la carga de la batería y una segunda porción de la potencia de salida a la batería recargable (24) basada en la potencia de salida y la primera porción de la potencia de salida.

60 **Breve descripción de los dibujos**

Estas y otras características de la invención serán más evidentes a partir de la descripción que sigue en la que se hace referencia a los dibujos adjuntos en los que:

65 La **Figura 1** presenta una disposición física de un ordenador personal conectado a un dispositivo electrónico portátil de una manera conocida en la técnica;

la **Figura 2** presenta un diagrama de bloques eléctrico de un circuito de carga de batería y un dispositivo portátil que está alimentado en paralelo;

la **Figura 3** presenta un diagrama de bloques eléctrico de una batería y dispositivo portátil estando ambos alimentados por un controlador de carga de batería;

5 la **Figura 4** presenta un diagrama eléctrico esquemático de un circuito de carga de batería en una amplia realización de la invención;

la **Figura 5** presenta un diagrama de tiempos de curvas de tensión, corriente y energía para la carga de una batería de ion de litio en una realización de la invención;

10 la **Figura 6** presenta un diagrama eléctrico esquemático de un circuito de carga de batería en una realización simple de la invención;

las **Figuras 7A, 7B y 7C** presentan un diagrama eléctrico esquemático de un circuito de carga de batería en una realización global de la invención;

la **Figura 8** presenta un diagrama de flujo de un método de funcionamiento de un circuito de carga de batería en una realización de la invención.

15

Mejor modo de llevar a cabo la invención.

20 Como se ha explicado anteriormente, no hay actualmente ningún diseño efectivo que sea capaz de alimentar tanto un dispositivo portátil **18** como una batería recargable **24** a partir de una fuente de alimentación con capacidad limitada.

25 Un circuito que supera cierto número de problemas en la técnica, se presenta como un diagrama de bloques en la **Figura 4**. Esta figura presenta un circuito de carga de batería construido alrededor de un controlador de carga de batería **20** estándar. En esta realización de la invención, el controlador de carga de batería **20** recibe alimentación desde una fuente externa (V_{BUS}) y alimenta al dispositivo portátil **18** y batería o baterías recargables **24** en paralelo, pero la alimentación a la batería **24** se realiza a través de un interruptor de semiconductor **Q1**. El control del flujo de corriente a través del interruptor de semiconductor **Q1** se modula por un circuito de detección de tensión **30** que mide la caída de tensión a través del controlador de carga de batería **20** y reduce el flujo de corriente a través del interruptor de semiconductor **Q1** a la batería **24** cuando la caída de tensión es demasiado grande.

30

35 El circuito de detección de tensión **30** permite que el consumo de energía total al circuito se reduzca debido a que la salida de corriente del controlador de carga de batería **20** es controlable, y la energía es el producto de la caída de tensión por la corriente. La mayor parte de los controladores de carga de batería **20** conocidos en la técnica están provistos con alguna clase de control de corriente máxima. En las realizaciones de ejemplo descritas en el presente documento a continuación, por ejemplo, la salida de corriente máxima del controlador de carga de batería **20** se fija simplemente a través de una resistencia externa **R1**, aunque, por supuesto, la corriente de salida podría controlarse también en muchas otras formas (por ejemplo, siendo programable, específica de la aplicación, o fijada a través de alguna forma de señal de entrada analógica o digital).

40

También en las realizaciones descritas en el presente documento a continuación, el circuito de detección de tensión **30** en sí se proporciona a través de un amplificador operacional (op amp). Así, la caída de tensión a través del controlador de carga de batería **20** podría medirse simplemente mediante la comparación de la tensión en la entrada y salida del controlador de carga de batería **20**, tal como se muestra en la **Figura 4**. Alternativamente, podría tomarse una entrada al op amp desde la salida del controlador de carga de batería **20**, mientras que la otra podría ser alguna tensión de referencia V_{REF} ; o bien emulando la entrada V_{BUS} del controlador de carga de batería **20**, o siendo escalada en alguna forma.

45

50 Así mediante la supervisión de la caída de tensión a través del controlador de carga de batería **20** y conociendo la corriente máxima que puede proporcionar, se sabe la energía total. Usando esta información para modular la energía de la batería **24**, puede controlarse la energía total disipada por el controlador de carga de batería **20**.

También, debido a que este circuito modula la energía disponible para la batería **24**, este circuito puede diseñarse para asegurar que el dispositivo portátil **18** recibe la energía que requiere para el funcionamiento, mientras que la batería recargable **24** solo recibe energía cuando hay disponible un exceso de capacidad.

55

60 La energía total consumida puede modularse por lo tanto para permanecer dentro de los límites de la energía disponible desde el puerto USB **12**, y dentro del intervalo de energía en el que el controlador de carga de batería **20** es capaz de disipar. Esto permite que se usen controladores de carga de batería **20** "de estantería", en lugar de tener que diseñar controladores de carga de batería **20** nuevos y mayores que puedan disipar energía suficiente para alimentar tanto el dispositivo portátil **18** como la batería **24**. También permite que el controlador de carga de batería **20** o el elemento de control externo se mantengan físicamente pequeños.

65 Con este mecanismo de modulación de energía, ya no hay competición de energía entre el dispositivo portátil **18** y la batería **24**. La batería **24** recibe energía solamente si hay más energía disponible que la que requiere el dispositivo portátil **18**. Esto puede parecer inconsistente con los requisitos de carga de baterías tales como celdas de litio, pero los parámetros del circuito pueden diseñarse fácilmente para adaptarse a ellas.

Como se ha hecho notar anteriormente, los controladores de carga de batería se diseñan normalmente para adaptarse a una batería o familia de baterías en particular. Por ejemplo, las baterías de litio se cargan en tres fases:

- 5 1. resolver condiciones de descarga profunda;
2. carga a corriente constante hasta que la batería alcanza un cierto nivel de tensión; y a continuación
3. carga a tensión constante hasta que la corriente de carga cae a un cierto punto.

10 Durante el manejo inicial de las condiciones de descarga profunda, se proporciona comparativamente poca corriente a la batería (normalmente 1/10 de la corriente de carga). El circuito de la invención se diseña por lo tanto de modo que raramente se denegará a la batería esta demanda muy modesta de energía.

15 La fase de carga a corriente constante extrae la mayor cantidad de energía, pero las celdas de litio no sufren si la corriente de carga se modula o se somete a ciclos durante esta fase. Por ello, es esta la fase que es alterada en su mayor parte por el circuito de la invención. Si el dispositivo portátil **18** se usa una gran cantidad durante esta fase, el único impacto negativo será que la carga de la batería **24** dura mucho más.

20 Durante la fase de carga a tensión constante, la corriente máxima es menor que la de la fase a corriente constante y cae continuamente cuando la batería **24** queda totalmente cargada. Más importante, la tensión de la batería **24** permanece en un nivel constante, y máximo, durante esta fase, de modo que la energía total disipada por el controlador de carga de batería **20** será más baja durante la fase a tensión constante, que lo que fue durante la fase a corriente constante.

25 Como se describirá con mayor detalle en el presente documento a continuación, el circuito de detección de tensión **30** se diseña para saturar el interruptor de semiconductor **Q1** cuando se alcanza el nivel de tensión de carga completa (es decir el interruptor de semiconductor **Q1** no restringe el flujo de corriente en absoluto en este punto).

30 Se muestra en la **Figura 5** el cambio en la disipación de energía a lo largo del tiempo. Se muestran cuatro curvas en esta figura: la tensión de la batería **24**, etiquetada V_{BAT} , la corriente de carga, etiquetada I_{CARGA} , la caída de tensión a través del controlador de carga de batería **20**, etiquetada V_{CAIDA} y la energía total disipada, etiquetada PBCC. Obsérvese que V_{CAIDA} varía inversamente con V_{BAT} y que la energía disipada por el controlador de carga de batería **20**, es el producto de I_{CARGA} y V_{CAIDA} .

35 Claramente, durante la fase de acondicionamiento, la tensión de batería V_{BAT} es demasiado baja, de modo que V_{CAIDA} será alta. Sin embargo, I_{CARGA} es también baja durante esta fase (aproximadamente 1/10 de $I_{MÁXCARGA}$, la corriente de carga máxima) de modo que la energía total disipada es modesta.

40 Durante la fase a corriente constante, la corriente de carga se eleva hasta $I_{MÁXCARGA}$, pero la tensión de la batería, V_{BAT} , cae cuando la batería queda cargada, de modo que la energía disipada por el controlador de carga de batería **20** cae a lo largo del transcurso de esta fase.

45 Cuando se inicia la fase a tensión constante, la tensión de batería ha alcanzado su nivel totalmente cargado, $V_{PLENA-CARGA}$, de modo que V_{CAIDA} está en un mínimo. Cuando I_{CARGA} cae a lo largo del transcurso de esta fase, la energía disipada también continúa cayendo (nótese de nuevo, que la energía disipada es el producto de I_{CARGA} y V_{CAIDA}).

50 Claramente entonces, el nivel de energía mayor se extrae durante la fase a corriente constante. Como se ha hecho notar anteriormente, la carga de la batería **24** puede tratarse en ciclos durante esta fase, de modo que la restricción en la corriente a la batería **24** durante esta fase, es permisible.

55 Este circuito también permite al usuario arrancar su dispositivo portátil **18** rápidamente debido a que aísla la batería **24** del dispositivo portátil **18**. Si la batería **24** y el dispositivo portátil **18** se conectaran cuando el controlador de carga de batería **20** intenta acondicionar una batería **24** profundamente descargada, la tensión en el dispositivo portátil **18** caería hasta el nivel de batería **24** profundamente descargada. Normalmente este sería demasiado bajo para un funcionamiento apropiado del dispositivo portátil **18**. Con el circuito de la invención, la batería **24** y el dispositivo portátil **18** están aislados por **Q1**. Incluso si la batería **24** está en un estado de descarga profunda, el dispositivo portátil **18** aún verá una tensión que es suficientemente alta para un funcionamiento apropiado.

60 El tiempo para el arranque del dispositivo portátil **18** está limitado solamente por el tiempo disponible del controlador de carga de batería **20** en sí. Una cifra típica para este comienzo es 1 ms - 4 ms, aunque podría variar de un controlador de carga de batería **201** a otro.

65 Por ello, el uso del circuito de la **Figura 4** permite a buses de datos de ordenador y fuentes de alimentación similares con capacidad limitada, suministrar simultáneamente energía a dispositivos portátiles y baterías descargadas.

Se describirán ahora un cierto número de diferentes realizaciones de la invención. Cada realización usa un número

muy pequeño de componentes simples, fiables. De ese modo, como conjunto, la invención proporciona una solución efectiva que es barata, fiable y consume un mínimo espacio de tarjeta en un dispositivo portátil.

Implementación básica

5 La **Figura 6** presenta un diagrama eléctrico esquemático de un circuito de carga que emplea cuatro componentes principales: un controlador de carga de batería **50** NCP1800, un semiconductor **Q2**, que sirve como un elemento de control externo para el controlador de carga de batería **50**, un amplificador operacional (opamp) **52**, y un MOSFET (transistor de efecto de campo metal-óxido-silicio) **Q3**, que controla la corriente a la batería recargable **24**.

10 El controlador de carga de batería **50** NCP1800 es un controlador de carga de baterías de ion de litio, de celda única estándar como es conocido en la técnica. La corriente máxima que este dispositivo proporcionará se regula por la resistencia entre el terminal ISEL y tierra. En este caso, se usan tres resistencias **R2**, **R3** y **R4** para fijar los niveles de corriente máxima para diferentes condiciones de funcionamiento. La condición por omisión es que solo están disponibles 100 mA (USB de baja potencia), lo que establece el valor para la resistencia **R2**. Si se detecta que el dispositivo está conectado a una fuente USB de alta potencia, entonces la puerta del MOSFET **Q4** se energizará, y la resistencia entre ISEL y tierra se fijará por la resistencia de **R2** y **R3** en paralelo.

20 De modo similar, si se detecta que la fuente de energía para el circuito tiene incluso más energía disponible (un enchufe a CA o un adaptador de coche, por ejemplo), entonces se energizará el MOSFET **Q5** de modo que la resistencia entre ISEL y tierra se fijará por la resistencia de **R2** y **R4** en paralelo. El circuito de la **Figura 6** estará incluido normalmente en el dispositivo portátil **18** en sí, o en la estación de conexión **10**, de modo que debería estar también operativo con dichas alimentaciones de alta capacidad energía.

25 Están disponibles las notas de aplicación del fabricante del controlador de carga de batería **50** NCP1800 lo que ayudará al diseñador al establecimiento de los parámetros y valores específicos para las resistencias **R2**, **R3** y **R4** y la transistor de control **Q2**.

30 La parte de detección de tensión de este circuito es proporcionada por el op amp **52**, junto con las resistencias **R5** y **R6**, y el condensador **C1**. Este circuito supervisa la tensión en el lado de colector de **Q2** (a través del divisor de tensión **R5** y **R6**), y lo compara con un nivel de referencia (en este caso, $V_{REF} = +3,3$ V). Si la tensión en el lado del colector de **Q2** cae, entonces la caída de tensión a través de **Q2** se eleva y la energía que debe disipar se eleva. Para reducir la energía que debe disiparse, el op amp **52** restringe la corriente a través de **Q3** incrementando su resistencia de drenaje a fuente.

35 Obsérvese que V_{REF} puede proporcionarse simplemente desde V_{BUS} y un regulador de tensión. V_{REF} se usa como una entrada al op amp **52** en lugar del V_{BUS} debido a que el regulador proporcionará una tensión de salida constante, mientras que V_{BUS} tiene un intervalo amplio que hace el diseño más difícil. Los valores de las resistencias **R5** y **R6** se establecen simplemente por la necesidad de escalar el valor de V_{BUS} al valor de V_{REF} .

40 También, obsérvese que el condensador **C1** se incluyen en el circuito de modo que suavice las fluctuaciones y para impedir la oscilación.

45 Como se ha descrito anteriormente, este circuito permite que el dispositivo portátil **18** extraiga energía a través de **Q2**, sin provocar que las extracciones combinadas del dispositivo portátil **18** y la batería **24** excedan la capacidad de energía de **Q2**. Cuando el dispositivo portátil **18** extrae energía, la tensión en el lado de colector de **Q2** cae y la corriente a través de **Q3** se estrangula de un modo lineal.

50 La disipación de energía debe diseñarse para el escenario del peor caso. Por ejemplo, si los parámetros de diseño máximo son los siguientes:

- hay disponible hasta 0,85 A;
- una entrada de tensión podría ser tan alta como 6 V; y
- la precarga de la batería **24** está completa a 3,0 V (que es donde se entrega la corriente de carga más alta a la batería, tal como se muestra en la **Figura 5**);

entonces $(6\text{ V} - 3\text{ V}) * 0,85\text{ A} = 2,55\text{ W}$ de energía que se disiparía por el elemento de control **Q2** externo (nótese que en los circuitos que no usan dicho elemento, toda esta energía se disiparía por el controlador de carga de batería **50**).

60 Este elemento de control **Q2** externo debe disipar el calor generado por la corriente que fluye a través de él. Cuanta más energía se disipa, mayor es el tamaño físico que debe tener este elemento de paso; generalmente, el área superficial que requiere un dispositivo, se eleva con el cuadrado de la energía a ser disipada. Esto es, si se duplica la energía, se requiere un transistor con cuatro veces el área superficial. Los tamaños de los transistores están normalizados, de modo que la realización preferida de este circuito se diseña para emplear encapsulados SOT-23 (o súper SOT-6), que son capaces de disipar hasta 1,6 W. El siguiente tamaño es SOT-223, que es considerablemente

mayor con el doble de disipación de energía.

Como se ha hecho notar anteriormente, la estrangulación de energía a la batería **24** se realiza de modo que la corriente siempre satisface las necesidades del dispositivo portátil **18** y cualquier corriente restante (diferencia entre la corriente de entrada y la corriente al dispositivo portátil **18**) se proporciona a la batería **24**. Por ejemplo, supongamos que el circuito se conecta a un puerto USB de alta potencia (están disponibles 500 mA) y a un dispositivo portátil **18** tal como un dispositivo portátil Blackberry™. Cuando la Blackberry cae a reposo, puede requerir solo 0,3 mA - 0,7 mA de modo que el balance de la corriente disponible (499,3 mA - 499,7 mA) puede proporcionarse a la batería **24**. Una vez que despierta el Blackberry, lo que hace periódicamente para realizar trabajos domésticos, extrae digamos 30 mA - 70 mA, dependiendo de lo que hace. En este punto, la batería **24** recibe 430 mA - 470 mA. El análisis tiene lugar cuando el Blackberry ha de recibir o transmitir algunos datos, o realizar alguna otra tarea. En cada caso, la energía a la batería **24** se auto-ajusta dinámicamente.

Si hay disponible una energía limitada, es deseable también apagar los componentes de consumo de alta potencia, preservando energía solamente para el procesador. Esto se realiza fácilmente mediante la conexión de solamente el procesador y memoria del dispositivo portátil **18**, a **Q2** tal como se muestra en la **Figura 6**, y conectando otros consumidores de alta potencia al lado de batería de **Q3**. Como resultado, si estamos funcionando con una fuente de corriente limitada (tal como un USB de baja potencia de 100 mA) y se enciende un componente de corriente excesiva tal como un vibrador (normalmente 120 mA) o una retroiluminación (normalmente 150 mA), la salida de tensión desde **Q2** comenzaría a caer, provocando que **Q3** incremente sus valores de resistencia y preserve la corriente necesitada por el procesador.

Implementación completa

El diseño presentado en las **Figuras 7A a 7C** usa los mismos circuitos básicos que en la **Figura 6**, pero añade varios elementos que proporcionan ventajas adicionales. Estas ventajas incluyen las siguientes:

- la batería puede cargarse con una tensión de entrada que esté justamente por encima del nivel de la batería;
- el arranque del dispositivo portátil **18** cuando la batería está muerta o no está presente, es diferente del de la **Figura 6**;
- se mejora el manejo de fallos de entrada desde la fuente de alimentación externa; y
- contrariamente a las instrucciones del fabricante del controlador de carga de batería usado en esta implementación, los terminales VCC e IN se alimentan por separado, para evitar fugas por retroceso de tensión y problemas de malfuncionamiento energíales en el controlador de carga de batería.

Los parámetros de diseño específicos para esta realización de la invención pueden resumirse como sigue:

1. capacidades de carga a corriente constante, a tensión constante (según se requiere para la carga de baterías de ion de litio);
2. selección de corriente para fuentes de alimentación de 100 mA, 500 mA y 750 mA;
3. funcionamiento del dispositivo portátil **18** cuando la batería recargable **24** está baja, muerta o no presente;
4. arranque y funcionamiento del dispositivo portátil **18** en menos de 100 ms, en los casos en que la batería **24** no está presente o está muerta;
5. cumplimiento con el modo de funcionamiento de USB suspendida (el sistema debería extraer menos de 500 μ A);
6. protección de sobretensión por encima de 5,8 V hasta un mínimo de 10 V;
7. protección contra cortocircuitos en el conector de batería;
8. permitir la carga con la tensión de entrada tan baja como necesite el dispositivo portátil **18** para su funcionamiento seguro;
9. tensión en el intervalo de 3,3 V - 3,6 V para la resistencia de polarización a la fuente en la línea D+;
10. proporciona medios para conectar y desconectar la tensión a la resistencia de polarización a la fuente en la línea D+;
11. indicación de presencia de la batería; y
12. proporciona el estado del controlador de carga de batería.

Sigue la descripción general de esta implementación completa de la invención:

El circuito de las **Figuras 7A - 7C** se centra alrededor del controlador de carga de batería de ion de litio bq24020 de Texas Instruments, etiquetado como **U909** en la **Figura 7C**. Este controlador de carga de batería proporciona los modos de corriente constante y tensión constante requeridos para cargar celdas de ion de litio, y soporta límites de corriente programables externamente. Su UVLO (umbral de corte de tensión baja) se proporciona por el comparador PFI/PFO (**U908**) (TPS3103E15 de Texas Instruments) con referencia, y su umbral se fija por los divisores de resistencia de la entrada VBUS. **U908** se usa también para garantizar el funcionamiento de arranque inicial del **U909** con un mínimo de 100 ms. Esto proporciona medios para identificar cuándo se funciona con batería baja, muerta o sin ella. Se proporciona protección de sobretensión (OVP) por el **U912** que se fija a ~5,8 V. El estado de carga es proporcionado por el controlador de carga de batería **U909**, que indica si el controlador está o no proporcionando corriente al sistema. La tensión de la resistencia de polarización a la fuente de D+ es proporcionada por **U901** (un

regulador de caída de tensión, TK71733SCL de Toko) y su capacidad de conmutación a través de **Q907**. La misma tensión se usa también para alimentar los componentes que se usan solamente cuando está disponible energía externa a través de VBUS (**U906**, **U905**, etc.).

5 Se usan un comparador **U905** (LMC7111A) y un MOSFET **Q908** para elevar la tensión del sistema cuando se funciona con batería baja/muerta o sin batería. Este bucle cerrado también “estrangula” la corriente al sistema en condiciones de no batería, y batería baja. Esto sucede debido a que cuando cae la tensión L_BAT (debido a la carga del sistema) el **U905** actúa para conmutar a corte el **Q908**, dirigiendo más corriente al sistema (fuera de la batería).

10 El comparador **U907** proporciona el indicador de estado de presencia de batería.

La protección de cortocircuito del conector de batería se conecta el modo NO Y (**U906**) con la funcionalidad de habilitar el cargador, inhabilitando así automáticamente el controlador de carga de batería **U909** cuando está presente un cortocircuito. El controlador de carga de batería **U909** reinicia automáticamente la carga si la tensión de batería cae por debajo de un umbral interno, y entra automáticamente en modo reposo cuando se elimina el suministro a VCC.

15

Teoría de operación

20 Obsérvese que las entradas y salidas del circuito de las **Figuras 7A - 7C** pueden resumirse como sigue:

Señal	Conexión	Descripción
VBUS	A la fuente de energía (USB o cargador)	entrada de energía al dispositivo, usada para carga de batería o funcionamiento del dispositivo
CHRG_EN	Señal de control del sistema	habilita/deshabilita el cargador y el suministro de corriente al sistema; estado de inicio: HIZ (la resistencia de polarización a tierra hace RST = BAJO, el cargador está DESCONECTADO)
CHRG_A	Señal de control del sistema	habilita un límite de corriente de 450 mA para el cargador; estado de inicio: BAJO
CHRG_B	Señal de control del sistema	habilita un límite de corriente de 750 mA para el cargador; estado de inicio: BAJO
USB_CD	Señal de control del sistema	pasa a alto cada vez que el VBUS está por encima de ~2,1 V
CHRG_FLG	Señal de control del sistema	indicador de estado del cargador; estado de inicio: BAJO
VBAT	A la batería recargable	fuentes de energía principal para la batería recargable, estado de inicio: valor de tensión de batería
L_BAT	Al dispositivo portátil	proporciona energía al sistema, estado de inicio: nivel de tensión de batería

25 VBUS, la tensión de entrada, se presenta a través de **Q904a** al terminal de entrada USB del controlador de carga de batería **U909**. Se usa **Q904** para protección de sobretensión y es controlado por **U912** (detección de tensión baja de 3,0 V, LMS33460 de National Semiconductor) cuya tensión de entrada se proporciona a través del divisor de resistencias **R937** y **R925 + R926**. Su salida de drenaje abierto mantiene **Q904** en saturación mientras $VBUS / (R937 + R925 + R926) * (R925 + R926) < 3,0 V$, lo que proporciona una protección de sobretensión por encima de ~5,8 V.

30 Mientras está presente la entrada USB al controlador de carga de batería **U909**, el límite de corriente de 100 mA y 500 mA podría seleccionarse a través de CHRG_B (CHRG_B = BAJO proporciona 100 mA, y CHRG_B = ALTO proporciona 500 mA). La resistencia **R941** fija por defecto el nivel lógico BAJO en la entrada ISET2 de **U909**, permitiendo así un límite de corriente por defecto de 100mA. Esto es importante dado que hace que el sistema cumpla con las especificaciones USB cuando funciona con batería baja/muerta o sin ella. Un dispositivo USB está limitado a un funcionamiento a 100 mA, hasta que el dispositivo identifica 500 mA (si el centro del USB soporta esto).

40 La resistencia **R940** proporciona un nivel de entrada bajo por defecto a la puerta de **Q905a**, lo que la mantiene fuera de saturación (CORTE) mientras esta en el modo de reposición y por lo tanto fija la tensión de puerta de **Q904b** a su nivel de fuente (al nivel de la tensión VBUS) lo que inhabilita la presencia de VBUS en la entrada AC del controlador de carga de batería, controlador **U909**. Las resistencias **R932** y **R936** son resistencias de polarización a la fuente para **Q904**.

45 La corriente de carga de 750 mA (usada para fuentes de alimentación no USB) podría seleccionarse mediante el ajuste de CHRG_A = ALTO, lo que fija **Q905a** en saturación (CONDUCCIÓN) y a su vez pone asimismo a **Q904b** en

saturación (CONDUCCIÓN), presentando la tensión VBUS en la entrada AC del controlador de carga de batería **U909**. Como una entrada AC a **U909** proporciona anulación sobre la entrada USB (si la tensión en la entrada AC excede 1,5 V de trayecto de entrada-salida de carga se pone por defecto a entrada AC) la corriente de carga se forma ahora mediante el valor de la resistencia **R939**.

5 El condensador **C925** se usa para impedir que **Q904b** conduzca debido a su capacidad parásita puerta a drenaje (la capacidad puerta a drenaje podría cargar la puerta, si se polariza a su fuente en el tiempo RC) durante respuestas transitorias rápidas de la tensión VBUS, y permite a la puerta cargarse rápidamente al nivel de VBUS manteniendo a **Q904b** en saturación. La resistencia **R935** se usa para limitar la corriente de descarga de **C925** de modo que **Q905a**
10 no exceda sus límites especificados. **R933** es una resistencia de polarización a tierra que impide que la entrada AC al controlador de carga de batería **U909** quede flotante. **C926** y **C927** son condensadores de derivación de la entrada. Es importante mantener la capacidad de entrada total por debajo de 10 µF para cumplir con la especificación de corriente de cresta de arranque USB.

15 La corriente total que el sistema extrae de VBUS, no debería superar los 500 µA cuando está en modo suspendido. Esto se consigue principalmente con una corriente de funcionamiento muy baja del controlador de carga de batería **U909** (normalmente < 100 µA) en el modo de funcionamiento desconectado. **Q905b** se usa para inhabilitar el elevador de tensión LBAT cuando el controlador de carga de batería **U909** no está proporcionando ninguna corriente a la batería **24** y/o al dispositivo portátil **18**. Hace esto mediante el cortocircuito de la entrada positiva de **U905** lo que
20 hace que su salida controle a **Q908** en saturación (conducción).

U906b se usa como un inversor del indicador CHRG_FLG, simplemente para hacerlo compatible con el software y hardware del resto del sistema. **R931** es una resistencia de polarización a la fuente para la salida de drenaje abierto CHRG_FLG.

25 El supervisor del procesador **U908** tiene doble funcionalidad. Su nivel de entrada PFI (entrada fallo de alimentación) se fija por el divisor de resistencias **R937** + **R925** y **R926** de modo que se adapta a la referencia interna del **U908** cuando VBUS cae a 3,3 V (o al valor de tensión LBAT fijado por el **U905** y **Q908** cuando se funciona con batería baja/muerta o sin ella), provocando que su salida de drenaje abierto (salida de fallo de alimentación - PFO) vaya a
30 Tierra (GND). Esto forzaría al nodo de entrada positivo de **U905** al ir a Tierra y poner al **Q908** en saturación (CONDUCCIÓN). Este conjunto de circuitos crea un umbral de bloqueo por tensión baja (UVLO) para el circuito de elevación L_BAT. Esto es importante dado que **U909** puede funcionar hasta 2,5 V, provocando que su indicador de estado indique suministro de corriente al sistema incluso aunque realmente no lo sea (la batería **24** desconecta internamente por debajo de 2,5 V). Dicha condición provocaría que el sistema se reinicie (para niveles de tensión de
35 batería más bajos que el valor de LBAT mínimo preestablecido) dado que el **U905/Q908** trataría de mantener la tensión LBAT, al valor actual, desconectando la batería **24** y pensando que el controlador de carga de batería **U909** está entregando suficiente corriente.

40 La segunda funcionalidad de **U908** es la anulación de arranque sobre el terminal de entrada de **U909-CE**, que proporciona energía al sistema en un mínimo de 100 ms para iniciar e identificarse apropiadamente en el bus USB. Esto se lleva a cabo mediante el mantenimiento de su salida de drenaje abierto RESET a Tierra antes de que VBUS alcance 2,5 V y que después de 100 ms. Esto mantiene el controlador de carga de batería **U909** habilitado durante ese tiempo.

45 El **U906a** proporciona funcionalidad en modo NO Y de CHRG_EN y presencia de cortocircuito en el conector de batería. Una batería en cortocircuito inhabilita el controlador de carga de batería **U909** por hardware. Al tener la tensión en VBAT, la línea de control CHRG_EN podría habilitar o inhabilitar el controlador de carga de batería **U909** (CHRG_EN = ALTO habilitaría el controlador de carga de batería **U909** poniendo bajo el terminal de entrada MR de **U908**). **R921** proporciona aislamiento desde la batería y entrada de **U906a** de modo que el drenaje de corriente esté
50 limitado al máximo de 42 µA incluso aunque **U906** cree entradas y salidas de HIZ (alta impedancia) cuando no hay energía presente en su VCC.

R924 proporciona nivel de entrada BAJO por defecto para **U906a** durante la reposición del procesador central. **R920** es la resistencia de polarización a la fuente para CHRG_FLG haciéndola válida solamente durante el tiempo en que
55 está habilitado el controlador de carga de batería **U909**.

U907 produce indicador de presencia de batería para la entrada de supervisión BAT_IC desde el paquete de baterías. Su salida estaría a nivel lógico ALTO en cualquier momento en que esté presente la resistencia BAT_ID y su polarización a la fuente se proporciona mediante la señal BAT_CHK.

60 El regulador de caída de tensión **U901** (TK71733SCL de TOKO) proporciona una alimentación de 3,3 V regulada para las resistencias de polarización a la fuente de la línea de datos USB, así como una alimentación de 3,3 V para varios componentes en el circuito del cargador y como un indicador de que está unida una fuente externa (EXT_PWR_CD). **U901** tiene polarización inversa y protección de sobrecorriente, protección de corte térmico y de
65 cortocircuito integradas.

El **U901** proporciona energía para **U906**, **U908**, y **U905** así como la tensión de 3,3 V para la resistencia de polarización a la fuente. Se usa también para proporcionar la indicación de presencia de VBUS al sistema (EXT_PWR_CD). **R904** se usa para limitar la corriente al terminal de entrada del sistema. **C915** es un condensador de derivación de entrada y **C922** es un condensador de filtro de salida. **C910** se usa para filtrar el ruido de RF procedente de los circuitos de RF, y **C912** es el condensador de derivación para referencia interna.

Q907 se usa para conmutar la tensión USB_VPU y permitir la identificación suave en el bus USB. **R909** proporciona la condición de DESCONEJÓN por defecto para P-FET y **R905** proporciona la descarga rápida de la línea de control USB_SFTCN (durante el RST o inicio suspendido sin presencia de batería).

U904 proporciona tensión de alimentación para el chip transceptor USB (es un regulador de tensión estándar como es conocido en la técnica). Está habilitado cuando está presente VBUS y corta automáticamente la alimentación cuando VBUS va a DESCONEJÓN. **C921** y **C913** son condensadores de filtro de salida. **U904** puede eliminarse opcionalmente para ahorrar costes; **R942** debería añadirse entonces para alimentar energía al chip transceptor USB. **U904** solo se requeriría si el chip transceptor no cumple con los requisitos de corriente de USB suspendida (y nuestro dispositivo puede despertar de suspensión mirando solo a las respuestas de la línea D+/D-).

U905 y **Q908** se usan principalmente para mantener L_BAT = VBAT, cuando no está presente VBUS, y para mantener L_BAT a al menos 3,6 V cuando está presente VBUS (mientras el cargador está proporcionando corriente al sistema) y la tensión de batería es menor de 3,6 V. Se usa también para dividir la disipación de energía total en dos (entre el elemento de paso principal del controlador de carga de batería y **Q908**) para permitir corrientes de carga más altas en todos los niveles de tensión de batería.

Otra importante funcionalidad de este circuito es permitir la identificación de USB cuando la batería está baja/muerta o no presente, permitiendo al sistema despertar en 15 ms cuando la batería no está presente, o está muerta. Una vez que el **U909** proporciona toda la corriente programada, los **U905/Q908** mantendrán la tensión pre-programada mínima en L_BAT (3,5 V en nuestro caso) variando la resistencia de drenaje a fuente de **Q908**.

La entrada positiva de **U905** se usa como referencia y se fija por **R934** y **R913**. **C924** permite una elevación lenta de LBAT de modo que el controlador de carga de batería **U909** pueda proporcionar toda la corriente programada hasta que **Q908** solicite un incremento de tensión en L_BAT (si es necesario). Los divisores de resistencia **R916** y **R915** se usan para fijar la "tensión mínima" en L_BAT, mientras **R914** proporciona una resistencia de polarización a tierra para la puerta de **Q908**.

U907 proporciona al sistema indicación de presencia de batería. **R927** y **R929** se usan para fijar la referencia y **R928** que la resistencia de polarización a la fuente para la salida de drenaje abierto de **U907**. BAT_ID se presenta entonces en su entrada negativa y NO_BAT_N se establece en consecuencia.

Los valores preferidos para los componentes en este circuito son tal como se muestran en las **Figuras 7A - 7C**. Estos valores variarán, naturalmente, con la aplicación y los parámetros de diseño.

Realizaciones de software

En lugar de usar solo hardware electrónico como se ha mostrado anteriormente, la invención puede implementarse también usando una combinación de componentes de hardware y software, incluyendo dispositivos programables tales como procesadores de señal digital (DSP), microcontroladores, matrices de puertas programables en campo (FPGA), circuitos integrados de aplicación específica (ASIC) y similares. Dicha realización podría implementarse tal como se muestra en el diagrama de flujo de la **Figura 8**.

Como las realizaciones descritas anteriormente, este método puede usarse para cargar cualquier batería recargable en un dispositivo electrónico portátil o similar. Se podría usar cualquier fuente de alimentación externa, aunque la invención es más útil con fuentes de alimentación de capacidad limitada.

Como se muestra en la **Figura 8**, el método de la invención comienza en la etapa **90** mediante la conexión de la entrada de un controlador de carga de batería **20** a una fuente de alimentación externa, preferentemente a través de un cable USB y conectores **16**, y una estación **10** para mantener el dispositivo portátil **18**. La salida del controlador de carga de batería **20** se conecta en paralelo, al dispositivo portátil **18** y a la entrada del interruptor de semiconductor **Q1**, según la etapa **92**, y la salida de dicho interruptor de semiconductor **Q1** se conecta a la batería recargable **24** según la etapa **94**.

A continuación, se controla la salida de corriente del controlador de carga de batería **20** en alguna manera, en la etapa **96**. Como se ha hecho notar anteriormente esto puede realizarse de muchas formas, por ejemplo, puede usarse una salida CDA (convertidor de digital analógico) de un microcontrolador para enviar una señal apropiada a la entrada de control de corriente del controlador de carga de batería **20**.

Se mide entonces la caída de tensión a través del controlador de carga de batería **20**, en la etapa **98**. Esta tarea

podría realizarse también de muchas formas. Por ejemplo, muchos microcontroladores provistos con CAD (convertidores analógico a digital) que podrían usarse para realizar esta función.

5 Debido a que la corriente se controla en la etapa **96**, y la caída de tensión a través del controlador de carga de batería **20** se mide en la etapa **98**, esta metodología puede reducir lo que hay de disipación de energía para el controlador de carga de batería **20**. El método de la invención es capaz por lo tanto de controlar la disipación de energía mediante la modulación del interruptor de semiconductor **Q1** en respuesta a la caída de tensión a través del controlador de carga de batería **20** en la etapa **100**, reduciendo la cantidad de corriente suministrada a la batería recargable **24** cuando la caída de tensión es demasiado grande.

10 En esta forma, está controlada la energía total disipada por el controlador de carga de batería **20**; recibiendo el dispositivo portátil **18** la energía que necesita para funcionar y recibiendo la batería recargable **24** cualquier energía disponible adicional.

15 El balance del código de software necesario para realizar este algoritmo sería directo para un experto en la materia.

20 Las etapas del método de la invención pueden realizarse en conjuntos de códigos de máquina ejecutables almacenados en varios formatos tales como código objeto o código fuente, integrado con el código de otros programas, implementado como sus rutinas, mediante llamadas a programas externos o mediante otras técnicas conocidas en la técnica.

25 Incluso aunque las realizaciones en hardware de la invención podrían codificarse en una forma de software tales como el lenguaje de desarrollo de hardware (código HDL) usado para fabricar circuitos integrados. Este HDL o código similar se podría almacenar sobre cualquier medio de memoria electrónica tal como disquetes, CD-ROM, memoria de acceso aleatorio (RAM) y memoria solo de lectura (ROM) de ordenador. Asimismo, las señales electrónicas que representan este código de software podían transmitirse también a través de una red de comunicaciones.

30 **Opciones y alternativas**

Aunque se han mostrado y descrito realizaciones particulares de la presente invención, es claro que pueden hacerse cambios y modificaciones a dichas realizaciones sin apartarse del verdadero alcance de la invención. Por ejemplo:

35 1. el circuito de la invención puede usarse con cualquier forma de fuente de energía que incluye: suministros de potencia CA convencionales (a menudo referidos como "ladrillos), buses de datos informáticos tales como puertos USB, paquetes de baterías externas, suministros de potencia de ordenador portátil y salidas CC en automóviles y aviones.

40 2. podría cargarse cualquier forma de dispositivo eléctrico con dicho circuito incluyendo ordenadores portátiles, asistentes digitales personales (PDA), teléfonos celulares, dispositivos de correo inalámbrico y de busca; y

3. puede usarse cualquier forma de batería recargable incluyendo celdas de ion de litio simples o múltiples, de níquel cadmio u otros tipos.

45 De nuevo, dichas implementaciones serían claras para un experto en la materia a partir de las enseñanzas del presente documento, y no le apartan de la invención.

Aplicabilidad industrial

50 La presente invención proporciona un método y aparato para la carga de la batería en un dispositivo de comunicación portátil a partir de varias fuentes de alimentación.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo portátil (18) que comprende:

5 un puerto (12) configurado para recibir una potencia de suministro de un suministro de potencia de capacidad limitada;
 una batería recargable (24);
 un controlador (20) configurado para recibir la potencia de suministro y generar una potencia de salida a uno o
 10 varios de los primeros componentes del dispositivo portátil y la batería recargable (24);
 el controlador está configurado además para limitar la potencia de salida de tal manera que el uno o varios de los
 primeros componentes del dispositivo portátil y la batería recargable no pueden extraer más del primer límite de
 corriente del puerto; **caracterizado por**
 15 una porción de detección (30) configurada para determinar una caída de tensión basada en una comparación de
 un primer nivel de tensión con un nivel de tensión de referencia, representando el primer nivel de tensión una
 tensión en la salida del controlador (20), y controlar el suministro de la potencia de salida en función de la caída
 de tensión de tal manera que se proporciona una primera porción de la potencia de salida para operar el uno o
 varios de los primeros componentes del dispositivo portátil y una segunda porción de la potencia de salida se
 proporciona a la batería recargable (24), estando la segunda porción de la potencia de salida basada en la caída
 de tensión;
 20 en donde la primera porción de la potencia de salida satisface las necesidades de potencia para operar el uno o
 varios de los primeros componentes del dispositivo portátil.

2. El dispositivo portátil de la reivindicación 1, en donde el controlador comprende un semiconductor de
 25 accionamiento operable para proporcionar corriente de suministro desde el puerto (12) al uno o varios primeros
 componentes del dispositivo portátil y la batería recargable (24).

3. El dispositivo portátil de la reivindicación 1, en donde el controlador comprende un semiconductor de
 accionamiento operable para proporcionar el primer límite de corriente.

30 4. El dispositivo portátil de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 3, que comprende, además:
 un interruptor (Q1) configurado para aislar la batería recargable (24) del uno o varios primeros componentes del
 dispositivo portátil.

35 5. El dispositivo portátil de la reivindicación 4, en donde la porción de detección (30) está configurada adicionalmente
 para modular el interruptor basándose en una condición del circuito.

6. El dispositivo portátil de cualquiera de las reivindicaciones 4 a 5, en donde el interruptor está configurado además
 para mantener una entrada de tensión, al uno o varios de los primeros componentes del dispositivo portátil, igual al
 nivel de tensión de la batería recargable cuando la potencia de suministro no está disponible.

40 7. El dispositivo portátil de cualquiera de las reivindicaciones 4 a 5, en donde la porción de detección y el interruptor
 (Q1) están configurados además para mantener una entrada de tensión, al uno o varios de los primeros
 componentes del dispositivo portátil, igual al nivel de tensión de la batería recargable cuando la potencia de
 suministro no está disponible y para mantener un nivel de tensión de sistema mínimo requerido para el
 45 funcionamiento seguro del uno o varios de los primeros componentes del dispositivo portátil cuando la potencia de
 suministro está disponible.

8. El dispositivo portátil de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde el interruptor (Q1) está configurado
 además para:
 50 alimentar la segunda porción de la potencia de salida a la batería recargable (24).

9. El dispositivo portátil de una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8,
 en donde el flujo de corriente a través del interruptor (Q1) se reduce cuando la caída de tensión excede un umbral
 de caída de tensión.

55 10. El dispositivo portátil de las reivindicaciones 1 a 9 en donde el nivel de tensión de referencia está basado en un
 nivel de tensión mínimo del sistema requerido para el funcionamiento seguro del uno o varios de los primeros
 componentes del dispositivo portátil.

60 11. El dispositivo portátil de las reivindicaciones 9 o 10, en donde la porción de detección (30) está configurada
 además para:

controlar el flujo de corriente a través del interruptor (Q1) basándose en la caída de tensión;
 en donde la segunda porción de la potencia de salida aumenta con una cantidad creciente del flujo de corriente y
 65 disminuye con una cantidad decreciente de flujo de corriente.

12. El dispositivo portátil de la reivindicación 11 en donde el flujo de corriente se basa en una determinación de que el primer nivel de tensión es menor que el nivel de tensión de referencia.
- 5 13. El dispositivo portátil de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en donde la porción de detección está configurada para controlar el flujo de corriente modulando el interruptor (Q1) para controlar una cantidad de corriente suministrada a la batería recargable.
- 10 14. El dispositivo portátil de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en donde la primera porción de la potencia de salida es suficiente para operar el uno o varios de los primeros componentes del dispositivo portátil y la segunda porción de la potencia de salida es el resto de la potencia de salida.
- 15 15. El dispositivo portátil de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14 en donde el primer límite de corriente se basa en un límite de corriente asociado al suministro de potencia de capacidad limitada.
- 15 16. El dispositivo portátil de la reivindicación 13, en donde el controlador está configurado además para recibir la potencia de suministro desde un puerto de bus serie universal (USB) externo o una fuente no USB.
- 20 17. El dispositivo portátil de cualquiera de las reivindicaciones 15 o 16 en donde el primer límite de corriente puede establecerse en aproximadamente 100 mA para un puerto USB de baja potencia y en aproximadamente 500 mA para un puerto USB de alta potencia.
- 25 18. El dispositivo portátil de la reivindicación 16 en donde el controlador está configurado además para establecer el primer límite de corriente basándose en si el suministro de potencia de capacidad limitada es una fuente no USB.
- 25 19. El dispositivo portátil de la reivindicación 18 en donde la fuente no USB es un adaptador de enchufe de CA.
- 30 20. El dispositivo portátil de la reivindicación 18 en donde la fuente no USB es un adaptador CC/CC para uso en un automóvil.
- 30 21. El dispositivo portátil de la reivindicación 16 en donde el controlador está configurado además para establecer el primer límite de corriente en uno de una pluralidad de límites de corriente dependiendo de si se recibe potencia de un puerto USB de baja potencia, un puerto USB de alta potencia o una fuente no USB.
- 35 22. El dispositivo portátil de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21, en donde el controlador comprende una porción de protección contra sobretensión.
- 40 23. El dispositivo portátil de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 22, en donde la potencia de salida se basa en una capacidad de potencia del controlador (20).
- 40 24. El dispositivo portátil de la reivindicación 23, en donde el controlador (20) está configurado además para:
detectar un estado de funcionamiento;
en donde la capacidad de potencia se basa en el estado de funcionamiento.
- 45 25. El dispositivo portátil de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 24, que comprende, además:
uno o varios segundos componentes del dispositivo portátil alimentados exclusivamente desde la batería recargable.
- 50 26. El dispositivo portátil de la reivindicación 25, que comprende, además:
una pantalla, comprendiendo el uno o varios segundos componentes del dispositivo portátil la pantalla.
- 50 27. El dispositivo portátil de las reivindicaciones 25 o 26, que comprende, además;
un vibrador, comprendiendo el uno o varios segundos componentes del dispositivo portátil el vibrador.
- 55 28. El dispositivo portátil de una cualquiera de las reivindicaciones 25 a 27, que comprende, además:
una memoria y un procesador, comprendiendo el uno o varios de los primeros componentes del dispositivo portátil la memoria y el procesador.
- 60 29. El dispositivo portátil de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 28,
en donde la porción de detección (30) está configurada además para:
60 en respuesta al uno o varios de los primeros componentes del dispositivo portátil que extraen una mayor cantidad de suministro de potencia, proporcionar una tercera porción de la potencia de salida para operar uno o varios de los primeros componentes del dispositivo portátil y una cuarta porción de la potencia de salida a la batería recargable (24), estando la cuarta porción de la potencia de salida basada en la potencia de salida y la
65 tercera porción de la potencia de salida;
en donde la tercera porción de la potencia de salida es mayor que la primera porción de la potencia de salida;

en donde la cuarta porción de la potencia de salida es menor que la segunda porción de la potencia de salida; y en donde la cuarta porción de la potencia de salida es mayor de 0.

- 5 30. El dispositivo portátil de la reivindicación 29, en donde la magnitud de la disminución de la cuarta parte de la potencia de salida en comparación con la segunda porción de la potencia de salida corresponde a la magnitud del aumento de la tercera porción de la potencia de salida en comparación con la primera porción de la potencia de salida.
- 10 31. Un método para cargar una batería recargable (24) para un dispositivo portátil que utiliza potencia suministrada por un suministro de potencia de capacidad limitada, que comprende:
- 15 recibir a través de un controlador una potencia de suministro del suministro de potencia de capacidad limitada en un puerto;
proporcionar a través del controlador una potencia de salida a la batería recargable y uno o varios de los primeros componentes del dispositivo portátil basándose en la potencia de suministro, en donde la potencia de salida está limitada de tal manera que la batería recargable y el uno o varios de los primeros componentes del dispositivo portátil no pueden extraer más del primer límite de corriente del puerto y en donde el dispositivo portátil comprende el uno o varios componentes del primer dispositivo portátil;
- 20 determinar una caída de tensión comparando un primer nivel de tensión con un nivel de tensión de referencia, representando el primer nivel de tensión una tensión en la salida del controlador; y
- 25 controlar el suministro de la potencia de salida en función de la caída de tensión de tal manera que se proporciona una primera porción de la potencia de salida para operar el uno o varios de los primeros componentes del dispositivo portátil y una segunda porción de la potencia de salida se proporciona a la batería recargable (24), estando la segunda porción de la potencia de salida basada en la caída de tensión; en donde la primera porción de la potencia de salida satisface las necesidades de potencia para operar el uno o varios de los primeros componentes del dispositivo portátil.
- 30 32. El método de la reivindicación 31, en donde dicha fuente de alimentación es recibida por un controlador (20) en donde dicho controlador proporciona la potencia de suministro recibida al uno o varios de los primeros componentes del dispositivo portátil y la batería recargable.
- 35 33. El método de la reivindicación 32, en donde dicho controlador comprende un controlador (Q2) a través del cual se recibe la potencia de suministro y se proporciona al uno o varios de los primeros componentes del dispositivo portátil y la batería recargable.
- 40 34. El método de la reivindicación 31, que comprende, además:
determinar una diferencia de potencia al detectar una condición del circuito, en donde dicha diferencia de potencia refleja una diferencia de potencia a través del controlador (Q2).
- 45 35. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 31 a 34, que comprende, además:
aislar la batería recargable (24) del dispositivo portátil.
- 50 36. El método de la reivindicación 35, en donde la etapa de aislamiento comprende:
alimentar la segunda porción de la potencia de salida a la batería recargable (24) a través de un interruptor (Q1).
- 55 37. El método de la reivindicación 36, en donde la etapa de suministrar la segunda porción de la potencia de salida comprende:
afectar un flujo de corriente a través del interruptor (Q1).
- 60 38. El método de la reivindicación 37, en donde la etapa de afectar el flujo de corriente a través del interruptor (Q1) comprende:
medir una caída de tensión que refleja una caída de tensión a través del controlador (20).
- 65 39. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 31 a 38, en donde la potencia de salida se basa en una capacidad de potencia de un controlador (20).
40. El método de la reivindicación 39, que comprende, además:
- 60 detectar un estado de funcionamiento;
en donde la capacidad de potencia se basa en el estado de funcionamiento.
41. El método de las reivindicaciones 39 o 40, que comprende, además:
- 65 configurar el controlador (20) para proporcionar una corriente de salida máxima;
en donde la potencia de salida se basa en la corriente de salida máxima.

42. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 31 a 41, en donde al menos una función del dispositivo portátil no relacionada con la carga de la batería comprende proporcionar potencia a una pantalla.
- 5 43. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 31 a 42, en donde al menos una función del dispositivo portátil no relacionada con la carga de la batería comprende proporcionar potencia a un vibrador.
44. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 31 a 43, que comprende, además; apagar uno o varios componentes que consumen potencia basándose en la potencia de salida.
- 10 45. El dispositivo portátil de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 30, o el método de una cualquiera de las reivindicaciones 31 a 43, en donde el puerto es un puerto de bus serie universal (USB).
- 15 46. El dispositivo portátil de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 30, o el método de una cualquiera de las reivindicaciones 31 a 45, en donde la segunda porción de la potencia de salida es la diferencia de potencia entre la potencia de salida y la primera porción de la potencia de salida.
- 20 47. El dispositivo portátil de una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 30, o el método de una cualquiera de las reivindicaciones 30 a 46, en donde el interruptor es un interruptor semiconductor (Q1).
48. El dispositivo portátil de una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 30, 45 a 47 o el método de una cualquiera de las reivindicaciones 31 a 44, en donde el estado de funcionamiento está asociada al suministro de potencia de capacidad limitada.

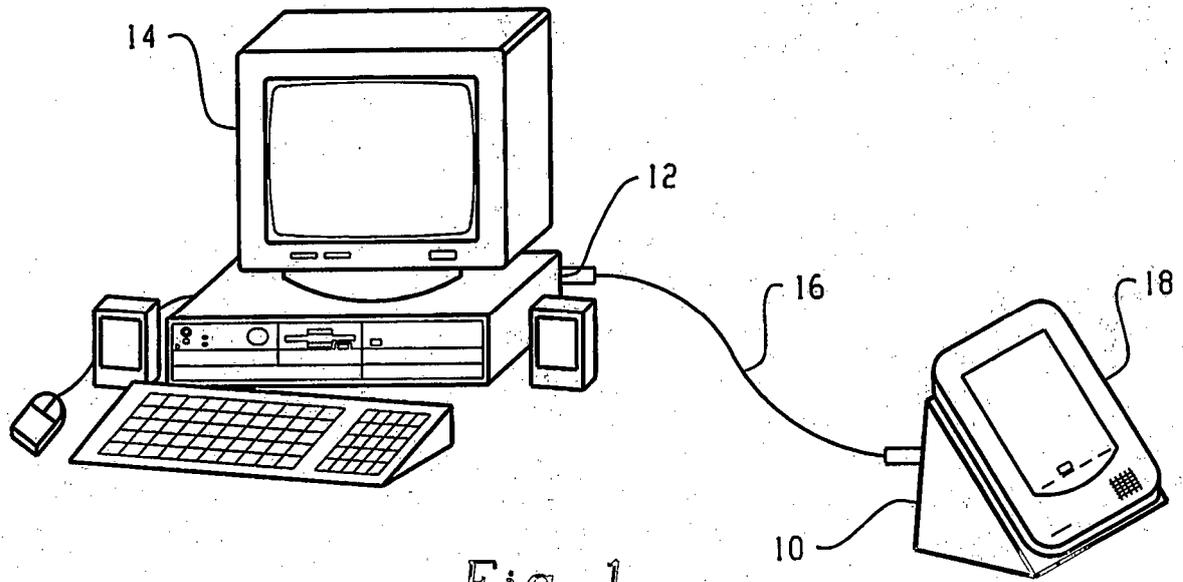


Fig. 1

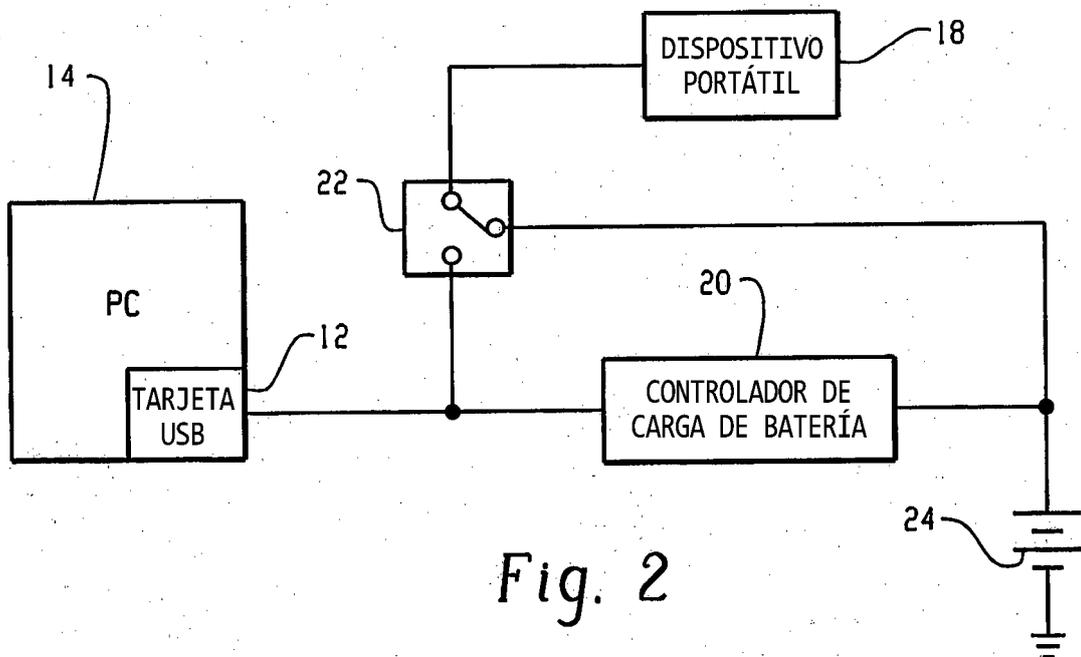


Fig. 2

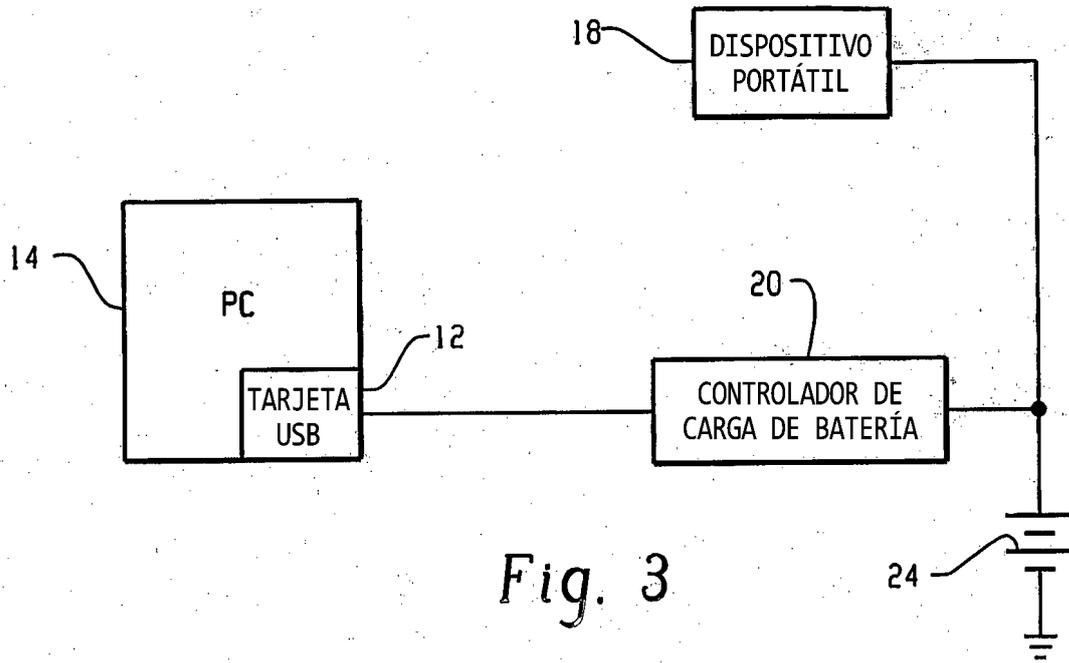


Fig. 3

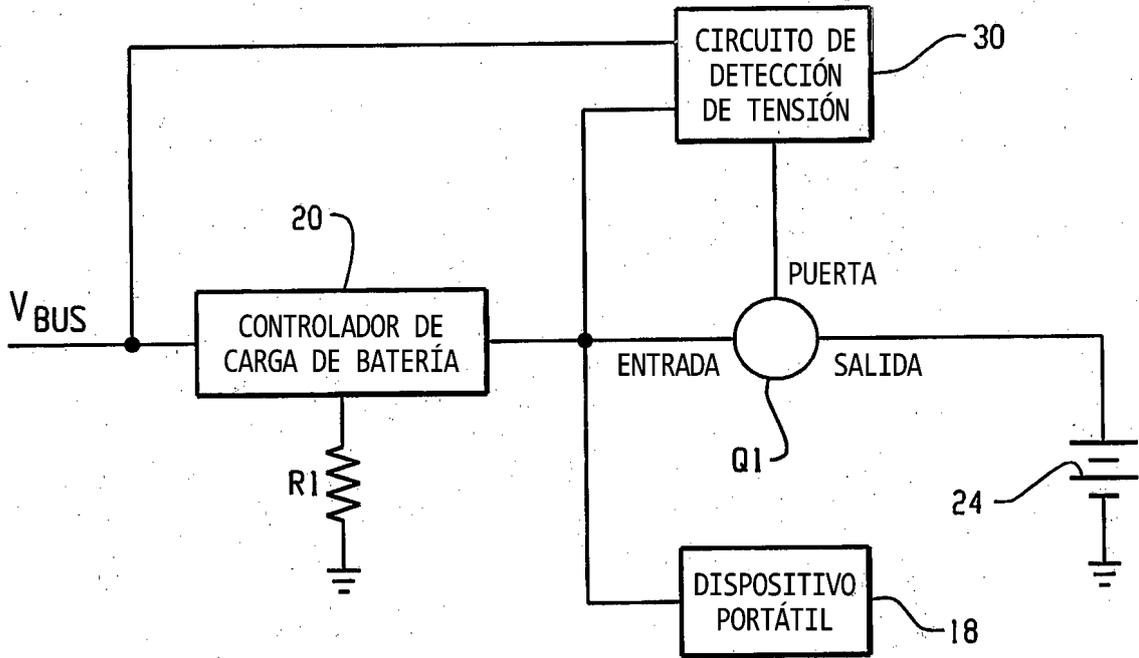


Fig. 4

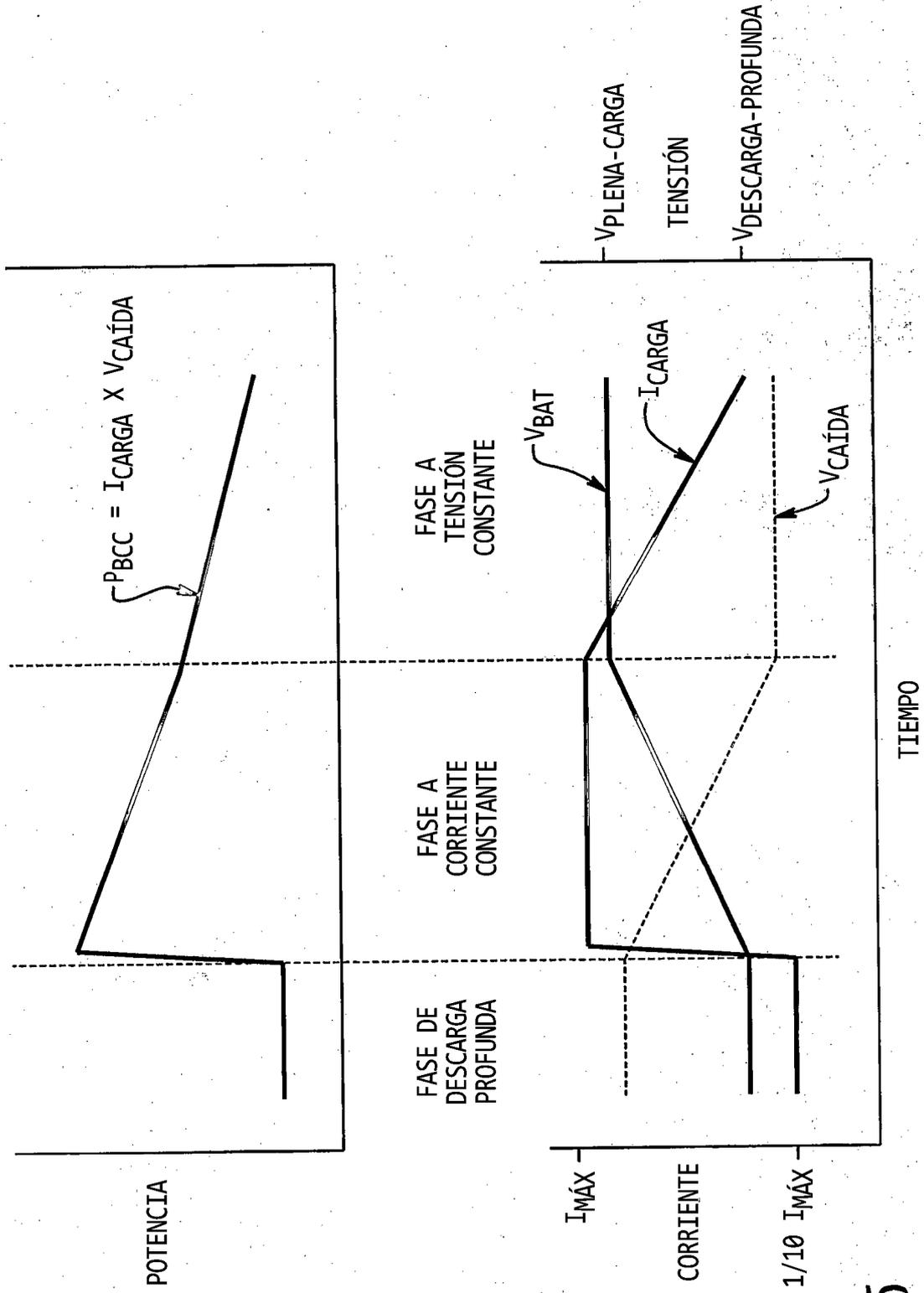


Fig. 5

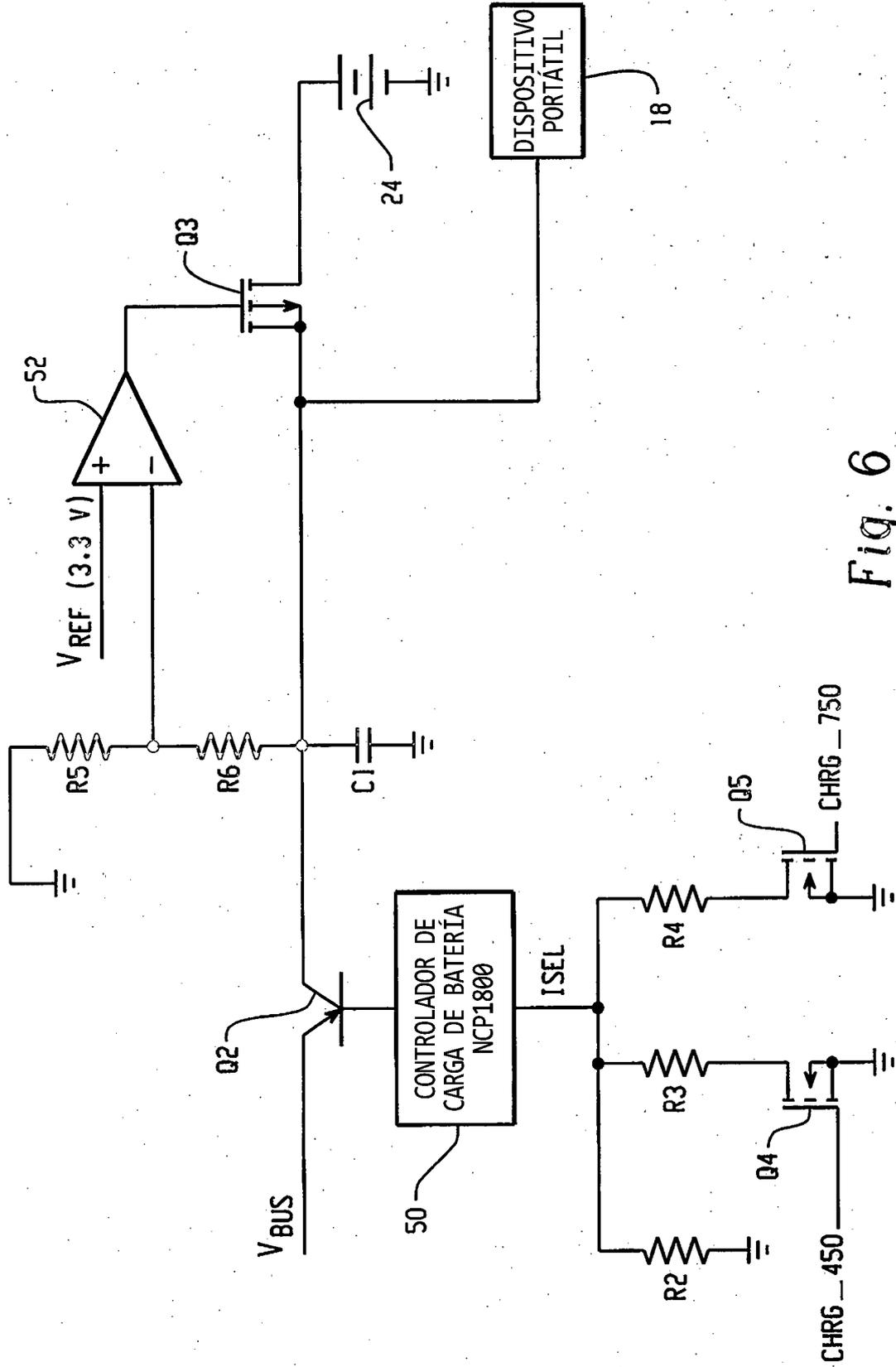


Fig. 6

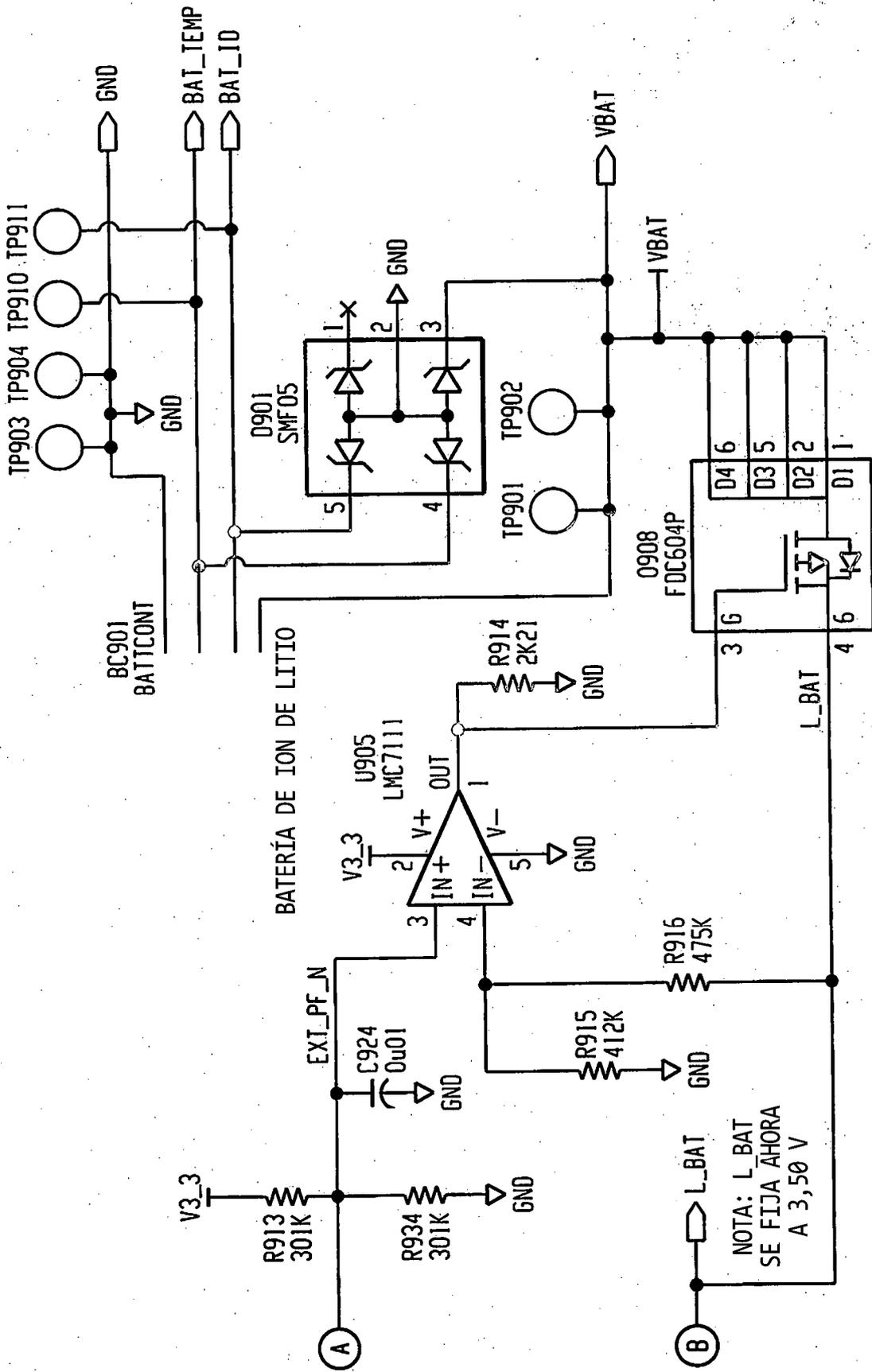


Fig. 7B

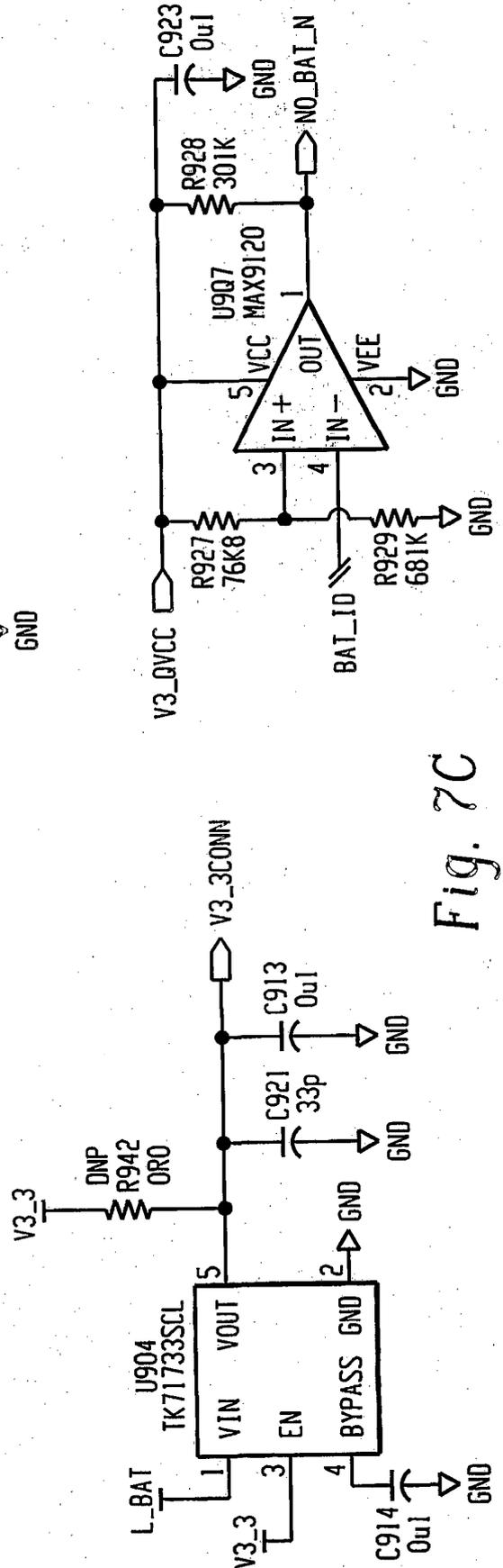
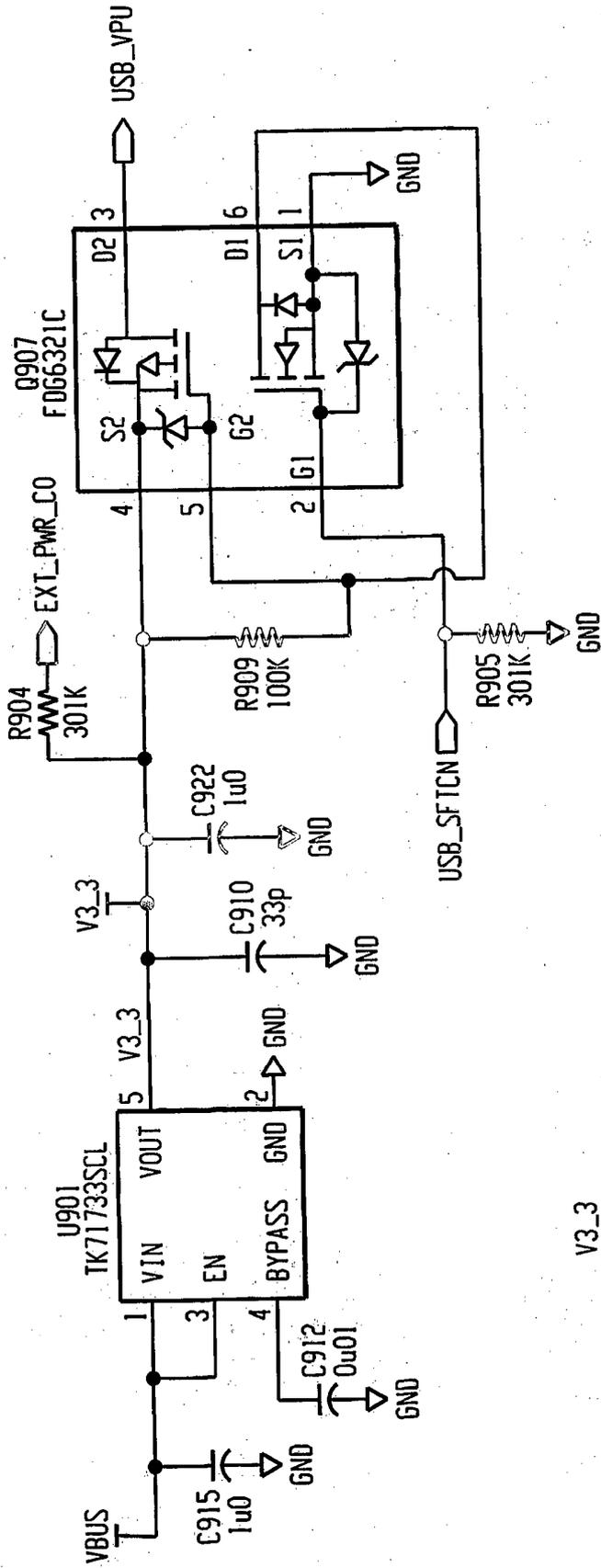


Fig. 7C

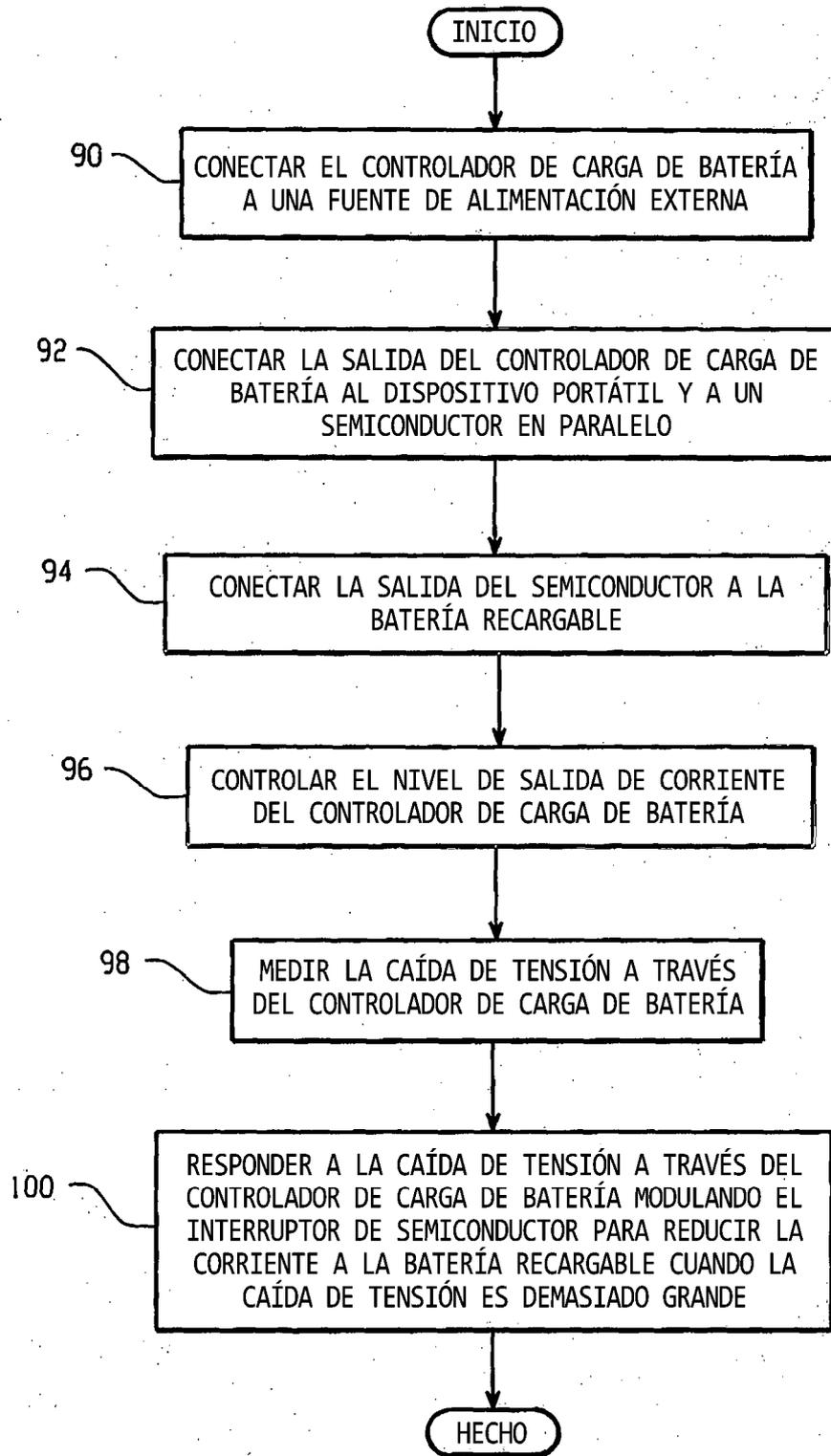


Fig. 8