



República Federativa do Brasil
Ministério de Desenvolvimento, Indústria
e Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) PI 0809337-7 A2



(22) Data de Depósito: 25/03/2008
(43) Data da Publicação: 23/09/2014
(RPI 2281)

(51) Int.Cl.:
H01M 6/14
H01M 10/36
H01M 10/42
H01M 10/44
H02J 7/00
H01M 4/58

(54) Título: BATERIA COM CONVERSOR DE TENSÃO (57) Resumo:
INTERGRADO

(30) Prioridade Unionista: 26/03/2007 US 60/908,014

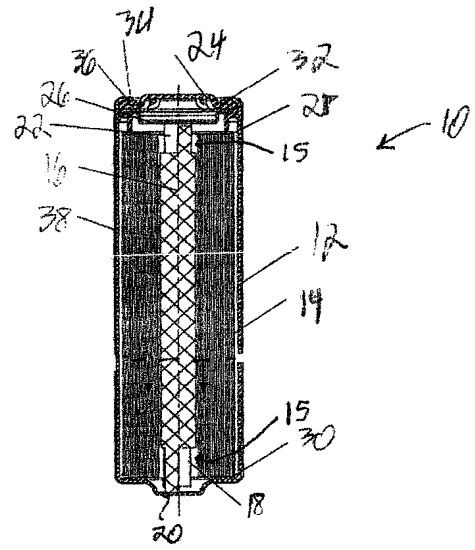
(73) Titular(es): The Gillette Company

(72) Inventor(es): Alexander Kaplan, David C. Batson, David
Leigh Demuth, Frank Peter Kressmann, George M. Cintra, Joern
Riemer, Kirakodu Seetharamabhata Nanjundaswamy, Leo Faranda,
Leslie J. Pinnell

(74) Procurador(es): Dannemann ,Siemsen, Bigler &
Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT IB2008051104 de 25/03/2008

(87) Publicação Internacional: WO 2008/117237de
02/10/2008



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"BATERIA COM CONVERSOR DE TENSÃO INTEGRADO"**.

ANTECEDENTES

5 As células eletroquímicas comerciais (por exemplo, células eletroquímicas para baterias AA, AAA, C e D) à base de, por exemplo, composições químicas NiCad, NiMH, alcalinas e/ou LiFeS_2 têm uma tensão de circuito aberto (OCV) na faixa de 1,4-1,8V. Dependendo da química da célula eletroquímica e do dreno causado pela carga conectada à célula, as tensões em circuito fechado (CCV) para células eletroquímicas comerciais durante o

10 uso encontram-se geralmente na faixa de 1,8V a 0,9V. Os tipos comuns de dispositivos portáteis, usados por consumidor, movidos a bateria são, dessa forma, frequentemente projetados para funcionar em níveis de tensão proporcionais aos níveis de tensão/potência fornecidos por baterias prontas para uso com os tipos de químicos especificados acima. As baterias eletroquímicas primárias e secundárias de tensão mais elevada (isto é, baterias re-

15 carregáveis), como baterias à base de lítio/ MnO_2 e íon de lítio, têm, em geral, densidade energética e potencial maiores que as baterias de tensão mais baixa.

SUMÁRIO

20 É apresentada uma bateria que tem ao menos uma célula eletroquímica de tensão alta (maior que 1,8V) integrada internamente com um módulo conversor de tensão. O módulo conversor de tensão é conjugado aos coletores de corrente do cátodo e do ânodo da célula eletroquímica. O módulo conversor de tensão e todos os componentes da célula eletroquímica de tensão alta podem ser embalados em baterias de tamanho padrão,

25 incluindo baterias cilíndricas como baterias AAA, AA, C e D, baterias prismáticas, baterias com célula de tipo botão, etc. O módulo conversor de tensão reduz a tensão alta fornecida por ao menos uma célula eletroquímica em uma tensão mais baixa (por exemplo, menor que ou igual a 1,8V), que é

30 compatível com os dispositivos comerciais movidos à bateria.

Uma bateria que tem um módulo conversor de tensão integrado internamente pode incluir células eletroquímicas primárias ou secundárias de

tensão alta. Nos casos em que são utilizadas células eletroquímicas secundárias (isto é, recarregáveis) na construção, pode ser aplicada uma corrente de carga através de um terminal adicional de bateria disposto sobre o compartimento da bateria.

5 Através da combinação de uma célula eletroquímica de tensão alta e do módulo conversor de tensão, a bateria estende o tempo de funcionamento de dispositivos movidos à bateria que são tipicamente alimentados por baterias-padrão de baixa tensão.

10 A bateria aqui descrita fornece uma curva de descarga plana em vez das curvas de descarga inclinadas às vezes exibidas por baterias comerciais padrão.

15 Em um aspecto, é descrita uma bateria. A bateria inclui uma célula eletroquímica que tem um orifício interno através da mesma, e um módulo conversor de tensão aplicado eletricamente à célula eletroquímica e disposto dentro de uma porção do orifício interno, sendo o conversor de tensão configurado para converter uma primeira tensão produzida pela célula eletroquímica em uma segunda tensão diferente.

 As modalidades podem incluir uma ou mais das seguintes situações.

20 A célula eletroquímica pode ser configurada para ser carregada a um nível de carga de ao menos 90% de sua capacidade em quinze minutos ou menos.

 A célula eletroquímica inclui uma célula de fosfato de lítio-ferro.

25 A bateria pode incluir, também, um compartimento de bateria que aloja a célula eletroquímica e o conversor de tensão, e um conjunto de terminais externos dispostos sobre o compartimento da bateria, aos quais é fornecida a segunda tensão.

30 A bateria pode incluir, também, um conjunto de abas acopladas entre a célula eletroquímica e o módulo conversor de tensão, e um segundo conjunto de abas acopladas entre o módulo conversor de tensão e os terminais externos suportados pelo compartimento da bateria.

 O módulo conversor de tensão pode incluir um dispositivo ele-

trônico de chaveamento e um controlador aplicado eletricamente ao dispositivo eletrônico de chaveamento, sendo o controlador configurado para controlar o dispositivo eletrônico de chaveamento.

5 O controlador pode ser configurado para monitorar um nível de tensão no conjunto de terminais externos e fazer o dispositivo eletrônico de chaveamento ser chaveado com base no nível de tensão monitorado, de modo que o nível de tensão nos terminais externos seja substancialmente igual a um nível de tensão predeterminado.

10 Em outro aspecto, é descrita uma bateria. A bateria inclui ao menos uma célula eletroquímica configurada para ser carregada a um nível de carga de ao menos 90% de sua capacidade em quinze minutos ou menos, um módulo conversor de tensão acoplado eletricamente para ao menos uma célula eletroquímica e configurado para converter uma primeira tensão produzida por ao menos uma célula eletroquímica em uma segunda tensão
15 diferente, um compartimento de bateria que aloja ao menos uma célula eletroquímica e o conversor de tensão, e um conjunto de terminais externos dispostos sobre o compartimento da bateria aos quais é fornecida a segunda tensão.

As modalidades podem incluir um ou mais dos seguintes itens.

20 O módulo conversor de tensão pode incluir um dispositivo eletrônico de chaveamento e um controlador acoplado eletricamente ao dispositivo eletrônico de chaveamento, sendo o controlador configurado para controlar o dispositivo eletrônico de chaveamento. O controlador pode ser configurado para monitorar um nível de tensão no conjunto de terminais externos
25 e fazer o dispositivo eletrônico de chaveamento ser chaveado com base no nível de tensão monitorado, de modo que o nível de tensão no terminal externo seja substancialmente igual a um nível de tensão predeterminado.

Ao menos uma célula eletroquímica pode incluir uma célula de íon de lítio. A célula de íon de lítio pode incluir uma célula de fosfato de lítio-ferro.
30

A primeira tensão produzida por ao menos uma célula eletroquímica pode ser maior que 1,8V.

A célula eletroquímica pode incluir um cilindro de gelatina preenchido com uma solução eletrolítica, sendo que o cilindro de gelatina define um orifício interno que passa pelo mesmo, e o módulo conversor de tensão pode ser disposto dentro do orifício interno.

5 A bateria pode incluir, também, ao menos um terminal adicional configurado para receber corrente de carga para recarregar a bateria e direcionar a corrente de carga aos eletrodos acoplados para ao menos uma célula eletroquímica.

10 Em outro aspecto, é descrito um método. O método inclui a conversão de uma primeira tensão nos eletrodos, acoplados para ao menos uma célula eletroquímica, em uma segunda tensão diferente, com os eletrodos e ao menos uma célula eletroquímica dispostos em um compartimento de bateria, ao menos uma célula eletroquímica configurada para ser carregada a um nível de carga de ao menos 90% de sua capacidade em quinze
15 minutos ou menos, e o fornecimento da segunda tensão para os terminais externos dispostos sobre o compartimento da bateria.

As modalidades podem incluir um ou mais dos seguintes itens.

20 A conversão da primeira tensão pode incluir o controle de um dispositivo eletrônico de chaveamento. O controle do dispositivo eletrônico de chaveamento pode incluir o monitoramento de um nível de tensão nos terminais externos e fazer o dispositivo eletrônico de chaveamento ser chaveado com base no nível de tensão monitorado, de modo que o nível de tensão nos terminais externos seja substancialmente igual a um nível de tensão predeterminado.

25 A conversão da primeira tensão nos eletrodos de ao menos uma célula eletroquímica pode incluir a conversão da primeira tensão nos eletrodos de ao menos uma célula de fosfato de lítio-ferro.

30 O método pode incluir, também, a determinação de um nível de corrente a ser aplicada para ao menos uma célula eletroquímica, de modo que ao menos uma célula eletroquímica atinja um nível de carga de ao menos 90% da capacidade de carga de ao menos uma célula eletroquímica em quinze minutos ou menos, e a aplicação de uma corrente de carga substan-

cialmente igual ao nível de corrente determinado para ao menos uma célula eletroquímica. A aplicação da corrente de carga pode incluir a aplicação da corrente de carga ao conjunto de terminais externos. A aplicação da corrente de carga pode incluir a aplicação da corrente de carga para ao menos um terminal de carga adicional disposto sobre o compartimento da bateria, ao menos um terminal de carga adicional acoplado aos eletrodos acoplados para ao menos uma célula eletroquímica.

Os detalhes de uma ou mais modalidades da invenção são apresentados nos desenhos em anexo e na descrição abaixo. Outras características, objetivos e vantagens da invenção serão aparentes a partir da descrição e dos desenhos, e a partir das reivindicações.

DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A figura 1A é uma vista em seção transversal de uma bateria com um módulo conversor de tensão integrado.

As figuras 1B e 1C são vistas ampliadas de partes da vista em seção transversal da figura 1A.

A figura 2 é um diagrama de blocos da configuração interna da bateria mostrada nas figuras 1A a 1C.

A figura 3 é uma vista em seção transversal de uma modalidade exemplificadora da disposição física do conversor de tensão mostrado nas figuras 1 e 2.

A figura 4 é um diagrama de blocos do módulo conversor de tensão mostrado na figura 3.

A figura 5 é uma representação esquemática do circuito do módulo conversor de tensão da figura 4.

A figura 6 é uma representação esquemática do circuito de uma modalidade exemplificadora de um módulo conversor de tensão implementado utilizando-se um circuito integrado LTC3411.

A figura 7 é um diagrama de fluxo de uma modalidade exemplificadora de um procedimento para converter a tensão interna produzida pelas células eletroquímicas da bateria mostrada nas figuras 1A a 1C em uma tensão externa a ser aplicada em um dispositivo movido à bateria.

A figura 8A é um diagrama de blocos da configuração interna de uma modalidade exemplificadora de uma bateria recarregável com um conversor de tensão integrado.

5 A figura 8B é um diagrama de blocos da configuração interna de outra modalidade exemplificadora de uma bateria recarregável com um conversor de tensão integrado.

A figura 9 é um diagrama de blocos de modalidades exemplificadoras de um dispositivo carregador acoplado à bateria recarregável da figura 8A.

10 A figura 10 é um diagrama de fluxo de uma modalidade exemplificadora de um procedimento de carga para recarregar a bateria recarregável da figura 8A.

A figura 11 é uma representação esquemática de circuito de uma modalidade exemplificadora de um circuito de desvio.

15 A figura 12 é uma representação esquemática de uma modalidade exemplificadora de um conversor "Buck-boost" bidirecional.

A figura 13 é a uma representação esquemática de outra modalidade exemplificadora de um conversor boost.

DESCRIÇÃO DETALHADA

20 Com referência à figura 1A, é mostrada uma bateria 10 que tem uma configuração externa convencional geral aqui correspondendo a uma bateria "AA". A bateria 10 incorpora ao menos uma célula eletroquímica de tensão alta e um conversor de tensão interno 40. A bateria 10 pode ser uma célula (ou bateria) secundária, ou uma célula (bateria) primária. As células
25 eletroquímicas primárias são fabricadas para serem descarregadas, por exemplo, até a exaustão, apenas uma vez, e então descartadas. As células primárias não são fabricadas para serem recarregadas. As células primárias são descritas, por exemplo, em "Handbook of Batteries", de David Linden (McGraw-Hill, 2a. Edição, 1995). As células eletroquímicas secundárias po-
30 dem ser recarregadas várias vezes, por exemplo mais de cinquenta vezes, mais de cem vezes, ou mais. Em alguns casos, células secundárias podem incluir separadores relativamente robustos, como os com várias camadas

e/ou que são relativamente espessos. As células secundárias também podem ser projetadas de modo a acomodar alterações, como expansões, que podem ocorrer nas células. As células secundárias são descritas, por exemplo, em Falk & Salkind, "Alkaline Storage Batteries", John Wiley & Sons, Inc. 5 1969, na patente US nº 345.124, e na patente francesa nº 164.681, todos aqui incorporados a título de referência.

Em algumas modalidades, e conforme será descrito com mais detalhes abaixo, a bateria 10 é uma célula eletroquímica de íon de lítio recarregável (ou secundária) que tem material de ânodo grafítico ou material de 10 ânodo de titanato de lítio, e materiais de cátodo de fosfato de lítio-ferro adaptados para permitir a recarga rápida de baterias recarregáveis (por exemplo, uma bateria capaz de atingir um nível de carga de aproximadamente 80 a 90% da capacidade de carga da bateria em quinze minutos ou menos.) Além disso, embora a figura 1A mostre uma bateria AA cilíndrica, um conversor de 15 tensão interno pode ser incorporado com outro tipo de baterias cilíndricas, bem como com baterias prismáticas, baterias com célula de tipo botão, etc. A bateria 10 inclui um compartimento de bateria 12 no qual estão dispostos um eletrodo enrolado e um cilindro de gelatina separador 14 constituindo ao menos uma célula eletroquímica da bateria 10. Um cilindro de gelatina inclui, 20 tipicamente, um ânodo em contato elétrico com um fio condutor negativo, um cátodo em contato elétrico com um fio condutor positivo, um separador e um eletrólito. O ânodo, o cátodo, o separador e o eletrólito estão contidos no interior de um compartimento. O eletrólito inclui um ou mais solventes e um sal que é ao menos parcialmente dissolvido no sistema solvente.

25 Na modalidade mostrada nas figuras 1A a 1C, o cilindro de gelatina 14 define um orifício central interno 15 que se estende ao longo do eixo longitudinal do cilindro 14 e no qual é colocado um compartimento de conversor 16 que contém o conjunto de circuitos elétricos do conversor CC-CC 40 (mostrado, por exemplo, na figura 2). O conversor CC-CC 40 está confi- 30 gurado para converter a primeira tensão produzida pelas células eletroquímicas da bateria 10 em uma segunda tensão desejada fornecida a um dispositivo movido a bateria com o qual a bateria 10 deverá ser usada. Em al-

gumas modalidades, o compartimento do conversor 16 é um tubo cilíndrico oco, lacrado em suas extremidades, e configurado para receber o circuito do conversor de tensão CC-CC.

O cilindro de gelatina 14 é conjugado ao conversor de tensão
5 CC-CC 40 através de uma aba condutiva 18, localizada adjacente ao terminal condutivo positivo 20 da bateria 10, e uma aba 22 conectada adjacente ao terminal condutivo negativo 24 (os terminais positivo e negativo são os terminais através dos quais a tensão/corrente produzida pela bateria 10 é aplicada a um dispositivo movido à bateria.) As abas 18 e 22 são acopladas
10 respectivamente aos eletrodos catódico e anódico da bateria 10.

Com referência às figuras 1B e 1C, duas abas adicionais, respectivamente as abas 19 e 23, prendem mecanicamente o compartimento do conversor 16 ao compartimento da bateria 12 e a um disco de respiro de segurança 26 localizado adjacente ao terminal da tampa negativa 24. Em
15 algumas modalidades, as abas 19 e 23 são fixadas ao compartimento da bateria 12 e/ou ao disco de respiro 26 soldando-as no compartimento 12 e ao disco 26, respectivamente. As abas 19 e 23 são, também, configuradas para aplicar eletricamente o módulo conversor de tensão 40 aos terminais 20 e 24, respectivamente. A corrente/tensão convertida pelo módulo conversor
20 de tensão 40, conforme será descrito com mais detalhes abaixo, é, dessa forma, fornecida aos terminais externos 20 e 24 da bateria 10, com os quais um dispositivo movido à bateria estabelece um contato elétrico.

A bateria 10 inclui, ainda, um isolante superior 28 e um isolante inferior 30 dispostos nas extremidades do compartimento da bateria cilíndrica 12. Os isolantes superior e inferior 28 e 30 evitam vazamentos pelo cilindro de gelatina 14. A bateria 10 inclui também um lacre de polímero não-condutor 32 para isolar a tampa negativa 24 do cilindro de gelatina que constitui a célula eletroquímica da bateria 10, e uma arruela isolante 34.

Disposto adjacente ao terminal da tampa negativa 24 está um
30 elemento PPTC 36 (coeficiente térmico positivo polimérico). A bateria 10 inclui também um invólucro isolante 38 que cobre a parte exterior do compartimento da bateria 12 para isolar a bateria 10 de corrente e cargas elétricas

externas perdidas.

Em geral, para fabricar a bateria 10, o módulo conversor de tensão (por exemplo, conversor 40) é disposto no centro do cilindro de gelatina 14 depois de o cilindro de gelatina ser enrolado em um mandril. As abas 18 e 22 que se estendem, respectivamente, do cátodo e do ânodo enrolados no cilindro de gelatina são conectadas no módulo conversor de tensão. As abas 19 e 23, mostradas nas figuras 1B e 1C, que se estendem do compartimento do conversor 16, são soldadas, ou, de outro modo, fixadas ao compartimento da bateria 12 e ao disco de respiro 26. Depois de feitas as conexões, o cilindro de gelatina 14 é preenchido com eletrólito e Franzido.

Com referência à figura 2, a bateria 10 inclui um terminal de cátodo interno 42 e um terminal de ânodo 44 que são aplicados eletricamente para ao menos uma célula eletroquímica (por exemplo, o cilindro de gelatina 14). As interações eletroquímicas que ocorrem dentro do cilindro de gelatina 14 resultam em uma primeira tensão interna V_i , formada no cátodo 42 e no ânodo 44, que é então fornecida ao conversor de tensão 40. A primeira tensão interna depende da composição química da bateria e pode ter um valor na faixa de 1,8 a 4,4V. A primeira tensão interna V_i é fornecida ao módulo conversor de tensão integrado 40. Conforme explicado acima com referência à figura 1A, o conversor de tensão integrado 40 é disposto dentro do compartimento do conversor de tensão 16 e é conectado eletricamente à célula eletroquímica através das abas 18 e 22 que são respectivamente, acopladas ao cátodo 42 e ao ânodo 44. Conforme se tornará aparente abaixo, o módulo conversor de tensão 40 converte a tensão interna V_i em um nível de segunda tensão externa V_e , necessário para funcionar dispositivos movidos à bateria (por exemplo, lanternas, telefones celulares, câmeras, etc.) Em algumas modalidades, a segunda tensão externa tem um nível de tensão na faixa de, por exemplo, 1,2 a 1,5V. O módulo conversor de tensão CC-CC 40 também pode ser configurado para aumentar o nível de tensão formada no cátodo 42 e no ânodo 44.

Em algumas modalidades, o conversor 40 converte a tensão interna CC V_i em uma tensão externa V_e com base, ao menos em parte, na

entrada especificada pelo usuário fornecida através de uma interface de usuário disposta, por exemplo, sobre o compartimento da bateria 12. Essa interface de usuário pode incluir, por exemplo, chaves, através das quais o usuário pode indicar a tensão desejada para o dispositivo movido à bateria.

5 Em algumas modalidades, a determinação da tensão externa pode ser feita identificando-se a tensão externa desejada usando-se, por exemplo, um mecanismo indicador de tensão (por exemplo, um mecanismo indicador que usa um resistor de identificação) que fornece dados representativos da tensão necessária para funcionar o dispositivo movido à bateria. Podem ser
10 empregados outros tipos de mecanismos indicadores de tensão, incluindo mecanismos que utilizam tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID).

A segunda tensão externa V_e é fornecida aos terminais externos 46 e 48 localizados, respectivamente, na tampa terminal positiva 20 e na
15 tampa terminal negativa 24, mostrados nas figuras 1A a 1C.

A figura 3 é uma vista em seção transversal do compartimento do conversor 16 tomada ao longo das linhas 3-3 mostradas na figura 1A. A figura mostra uma modalidade exemplificadora do módulo conversor de tensão 40 disposto dentro do volume interno do compartimento do conversor
20 16, conforme definido pelas paredes internas 56 do invólucro 16. O compartimento do conversor 16 é lacrado hermeticamente utilizando-se encapsulamento de epóxi e lacres plásticos, protegendo, dessa forma, o circuito do conversor de quaisquer materiais externos (por exemplo, as células eletroquímicas ou o eletrólito.)

25 Conforme discutido, uma célula à base de cilindro de gelatina é tipicamente fornecida enrolando-se os constituintes do cilindro de gelatina em torno de um mandril. Como resultado, é criado um espaço vazio interno, ou orifício, 15 (mostrado nas figuras 1A a 1C) dentro do cilindro de gelatina 14. Em algumas modalidades, o orifício interno 15 estende-se ao longo do
30 eixo longitudinal do cilindro de gelatina 14. O compartimento do conversor 16 que contém o conjunto de circuitos elétricos do conversor CC-CC 40 é colocado no orifício, ocupando, dessa forma, ao menos uma porção do espaço

do orifício. Ao ser colocado no orifício 15, o compartimento do conversor 16 ocupa um espaço que de outro modo não seria usado na bateria. Como esse espaço não é geralmente utilizado, a inclusão do conversor CC-CC 40 fornece a disposição integrada sem aumentar o tamanho ou sem modificar a
5 configuração da carcaça da bateria, ou, de outro modo, sem reduzir a capacidade de carga da bateria. Em contraste, se o conversor CC-CC 40 fosse colocado fora do espaço no cilindro de gelatina, o cilindro de gelatina precisaria ser menor, reduzindo, dessa forma, a capacidade da célula para manter o mesmo tamanho e configuração da bateria. Além disso, a corrente é
10 extraída do cilindro de gelatina através das abas 18 e 22 que acoplam o cilindro de gelatina ao compartimento do conversor 16 contendo o conjunto de circuitos elétricos do conversor CC-CC 40 (vide as figuras 1A a 1C).

O módulo conversor de tensão inclui uma placa de circuito impresso de camada dupla (PCB) 50 que é composta por componentes eletrônicos ativos e passivos. A PCB 50 é instalada no interior do compartimento
15 do conversor 16. Conforme mostrado, a PCB 50 tem uma largura que é substancialmente igual ao diâmetro do compartimento do conversor cilíndrico 16 (por exemplo, 3,5 a 4,0 mm), de modo que em algumas modalidades a PCB 50 seja mantida no lugar pelas forças de tensão exercidas pelas paredes internas 56 do compartimento do conversor 16. Em algumas
20 modalidades, pode ser utilizado um mecanismo de acoplamento para fixar a placa PCB 50 nas paredes internas 56 do compartimento do conversor 16.

Disposto sobre uma superfície da placa PCB 50 está o controlador 52 do módulo conversor de tensão CC-CC 40. O controlador 52 é configurado para controlar dispositivos de chaveamento, como transistores, para
25 que uma tensão/corrente externa com um nível determinado, por exemplo, pelo controlador 52, seja aplicada aos terminais externos 46 e 48 da bateria 10. Em algumas modalidades, o controlador 52 inclui também os dispositivos de chaveamento (mostrados, por exemplo, na figura 5). Como mostrado em
30 detalhes na figura 3, dispostos sobre o lado oposto da placa PCB 50 existem componentes passivos 54a a 54c, como resistores, indutores e/ou capacitores utilizados na implementação do módulo conversor de tensão CC-CC 40.

Em algumas modalidades, o conversor de tensão CC-CC 40 pode ser implementado com um circuito de chaveamento de conversor (Buck) CC-CC, configurado para reduzir ou decrescer (setp-down) a tensão interna no cátodo 42 e no ânodo 44 até o nível desejado de tensão nos terminais externos 46 e 48 da bateria. Pode ser fornecida uma modalidade de elevação (step-up) da tensão.

Com referência à figura 4, é mostrado o módulo conversor de tensão CC-CC 40. O módulo conversor de tensão CC-CC 40 inclui o controlador 52. O controlador 52 inclui o processador 60, que gera sinais de controle para controlar a operação do conversor Buck 70. O processador 60 pode ser qualquer tipo de dispositivo de computação e/ou de processamento. Um exemplo é uma microcontroladora PIC18F1320 da Microchip Technology Inc. O dispositivo processador 60 utilizado na implementação do controlador 52 inclui elementos de memória volátil e/ou de memória não-volátil, configurados para armazenar software contendo instruções de computador para habilitar as operações gerais do dispositivo baseado em processador, bem como programas de implementação para executar as operações de controle de tensão para converter a tensão interna formada nos eletrodos catódico e anódico da bateria 10 em um nível de tensão adequado para operar dispositivos movidos à bateria. O dispositivo processador 60 inclui um conversor analógico-digital (A/D) 62 com várias linhas de entrada e saída analógica e digital. Incorporado ao processador 60, ou aplicado eletricamente ao processador 60, encontram-se um dispositivo conversor digital-analógico (D/A) 64 e/ou um modulador de largura de pulso (PWM) 66 que recebe sinais digitais gerados pelo dispositivo processador 60 e que em resposta, produz sinais elétricos que regulam o ciclo de serviço do circuito de chaveamento, como o conversor Buck 70 do módulo conversor de tensão CC-CC 40.

Agora com referência à figura 5, o conversor Buck 70 inclui dois Transistores de Junção Bipolar (BJT) 72 e 74 e um indutor 76 que armazena energia quando os eletrodos da bateria 10 estão em comunicação elétrica com o conversor Buck 70, e que descarrega essa energia como corrente durante períodos em que os eletrodos da bateria estão eletricamente isola-

dos do conversor Buck 70. O conversor Buck 70 inclui também um capacitor 78 que também é utilizado como elemento para armazenamento de energia. O indutor 76 e o capacitor 78 também agem como filtros de saída para reduzir as ondas de corrente e tensão de chaveamento na saída do conversor Buck 70.

O nível da tensão aplicada nos terminais externos 46 e 48 é regulado controlando-se o nível da tensão aplicada às bases dos transistores 72 e 74. Para fazer que a energia das células eletroquímicas sejam aplicadas aos terminais externos 46 e 48, é aplicado um sinal elétrico atuador procedente de um terminal 52d (SW1) do controlador 52 na base do transistor 72, resultando no fluxo de corrente dos eletrodos 42 e 44 da(s) célula(s) eletroquímica(s) da bateria 10 para o transistor 72 e para os terminais externos 46 e 48.

Quando o sinal atuador aplicado à base do transistor 72 é removido, o fluxo de corrente das células eletroquímicas é interrompida e o indutor 76 e/ou o capacitor 78 fornecem corrente a partir da energia neles armazenada. Durante o período de inatividade do transistor 72, um segundo sinal atuador é aplicado pelo terminal 52e (SW2) do controlador 52 na base de um transistor 74 para permitir o fluxo de corrente (usando a energia armazenada no indutor 76 e/ou capacitor 78 durante o período de funcionamento do transistor 72) para os terminais externos 46 e 48. Em algumas modalidades, é utilizado um diodo retificador no lugar do transistor 74.

O período de funcionamento, ou ciclo de serviço, do transistor é inicialmente um valor aproximado do período que resultaria em um nível de tensão substancialmente igual ao nível necessário de tensão externa V_e . Tal aproximação pode ser obtida mediante o acesso a uma tabela de busca para relacionar a tensão externa necessária V_e da bateria 10 com o ciclo de serviço que resultaria no nível necessário de tensão externa V_e .

O período de funcionamento, ou ciclo de serviço, do transistor, é inicialmente incrementado a partir do ciclo de serviço de 0%, enquanto o controlador ou o circuito de realimentação mede a corrente e a tensão de saída. Uma vez atingida a tensão externa necessária V_e , o circuito de contro-

le de realimentação gerencia o ciclo de serviço do transistor utilizando um esquema de realimentação linear de circuito fechado, por exemplo, utilizando um mecanismo proporcional-integral-diferencial, ou PID.

Dessa forma, a tensão/corrente fornecida pelas células eletroquímicas da bateria 10 durante o período de funcionamento do transistor 72, e a tensão/corrente resultante da operação do indutor 76 e/ou do capacitor 78 durante os períodos de inatividade do transistor 72 devem resultar em um nível eficaz de tensão substancialmente igual ao nível necessário de tensão externa V_e .

Em algumas modalidades, o controlador 52 recebe periodicamente (por exemplo, a cada 0,1 segundo) medições da tensão nos terminais externos 46 e 48 feitas, por exemplo, por um sensor de tensão 71a que transmite os valores medidos através de um terminal 52b (marcado como VSENSE) do controlador 52. Com base no valor recebido dessa tensão medida, o controlador 52 ajusta o ciclo de serviço para realizar um ajuste na tensão externa V_e nos terminais externos, de modo que essa tensão converja para um valor substancialmente igual ao da tensão externa necessária V_e . O conversor Buck 70 é, dessa forma, configurado para operar com um ciclo de serviço ajustável que resulta em um nível de tensão ajustável aplicado aos terminais externos 46 e 48. O ajuste do ciclo de serviço também pode ser alcançado utilizando-se um sensor de corrente 71b.

Além do sensor de tensão e/ou do sensor de corrente, o carregador 10 pode incluir outros sensores configurados para medir outros atributos da bateria 10. Por exemplo, a bateria 10 pode incluir um sensor de temperatura (por exemplo, baseado em termistor) para permitir que o controlador 52 tome medidas corretivas ou preventivas em caso de superaquecimento da bateria 10.

Os sinais medidos recebidos são processados utilizando-se elementos de processamento analógico-lógico (não-mostrados) como dispositivos controladores de carga dedicados que podem incluir, por exemplo, comparadores de limite, para determinar os níveis de tensão e de corrente medidos pelos sensores de tensão e/ou de corrente. O módulo conversor de

tensão CC-CC 40 pode incluir também blocos de condicionamento de sinal, como os filtros 61 e 63, para a filtragem de sinais e processamento de sinais de entrada analógicos e/ou digitais para evitar medições incorretas (por exemplo, medições incorretas de tensões, temperaturas, etc.) que podem ser causadas por fatores indesejados, como ruídos no circuito.

A eficiência do conversor Buck CC-CC depende, ao menos em parte, da seleção do IC do regulador decrescido e da carga externa. Geralmente, a eficiência de uma bateria (por exemplo, a porcentagem de energia de entrada fornecida na saída do circuito de conversão de energia), como a bateria 10, está na faixa de 85% a 95%.

Com referência à figura 6, em algumas modalidades, o conversor Buck CC-CC pode ser implementado utilizando-se um regulador decrescido síncrono de alta eficiência como o conversor LTC3411 80 produzido pela Linear Technology Corp. O chip LTC3411 combina o controlador de chaveamento e os componentes de chaveamento (MOSFETs) em um único conjunto. Uma vantagem do chip LTC3411 é seu tamanho relativamente pequeno e sua operação eficiente. Podem ser utilizados outros tipos de conversores Buck, incluindo outros tipos de circuitos integrados comercialmente disponíveis com funções similares.

Agora com referência à figura 7, é mostrado um procedimento exemplificador 90 para converter a tensão interna produzida pelas células eletroquímicas da bateria 10 em uma tensão externa a ser aplicada a um dispositivo movido à bateria. A tensão produzida por ao menos uma célula eletroquímica da bateria 10 é aplicada aos terminais do conversor 40 acoplados ao cátodo 42 e ao ânodo 44. A energia produzida pelas células eletroquímicas também é usada para alimentar e, dessa forma, operar o conversor 40. O conversor de tensão 40 determina 92 a tensão externa V_e que deve ser aplicada aos terminais externos 46 e 48 da bateria 10. Em algumas modalidades, a tensão externa é previamente determinada e o conversor de tensão 40 faz a tensão interna V_i ser convertida para esse valor predeterminado (por exemplo, um nível específico de tensão na faixa de 1,2 a 1,5V). Em algumas modalidades, o conversor 40 pode gerar níveis variáveis de

tensão externa. Conforme explicado para a presente invenção, em tais modalidades, o conversor 40 pode receber informações referentes à tensão externa desejada a partir de uma interface de usuário disposta sobre o compartimento da bateria 12, ou, de outro modo, receber informações transmitidas por um mecanismo de comunicação (por exemplo, um mecanismo que utiliza a tecnologia RFIF) e determinar a tensão V_e de saída a ser gerada com base nas informações recebidas.

Depois de determinar a tensão externa a ser aplicada aos terminais externos 46 e 48 da bateria 10, o conversor regula 94 um circuito do conversor de tensão CC-CC, como um conversor Buck, para gerar uma tensão constante substancialmente igual à tensão externa determinada V_e a ser aplicada aos terminais externos 46 e 48. Conforme explicado acima, o nível da tensão externa determinado é usado para gerar um sinal de ciclo de serviço aplicado a um dispositivo de chaveamento (por exemplo, o transistor 72) do conversor Buck 70, para gerar tensão substancialmente igual à tensão externa desejada a ser aplicada aos terminais 46 e 48. A corrente combinada aplicada a partir das células eletroquímicas durante o período de funcionamento dos dispositivos de chaveamento e a corrente descarregada dos elementos para armazenamento de energia do conversor Buck 70 durante o período de inatividade do dispositivo de chaveamento resultam em uma tensão eficaz substancialmente igual à tensão externa necessária V_e .

Conforme observado acima, em algumas modalidades, a bateria com um módulo conversor de tensão integrado é uma bateria recarregável, por exemplo, uma bateria recarregável que inclui células eletroquímicas de fosfato de lítio-ferro, e que é configurada para ser recarregada a um nível de carga de, por exemplo, 80 a 90% da capacidade da bateria em menos de quinze (15) minutos. Em algumas modalidades, a bateria inclui um cátodo com LiFePO_4 como seu material ativo, um ânodo de carbono, um separador e um eletrólito. Em tais modalidades, o cátodo pode também incluir um aglutinante. A espessura do cátodo dependerá do modelo da célula e das características de desempenho necessárias. O ânodo pode ser um ânodo de carbono. Os eletrodos (cátodo e ânodo) podem ser fabricados fornecendo-se

um substrato e revestindo-se ambos os lados do substrato com o material adequado, por exemplo, carbono para o ânodo e uma mistura de aglutinante, carbono condutor e material ativo para o cátodo. Uma modalidade exemplificadora de uma bateria recarregável à base de fosfato de lítio-ferro é descrita no pedido de patente atualmente depositado intitulado "Lithium Ion Secondary Batteries", cujo conteúdo está aqui incorporado a título de referência, em sua totalidade.

Em algumas modalidades, a bateria recarregável 100 é um sistema eletroquímico de alta densidade energética como uma bateria de íons de lítio cuja tensão operacional varia entre 4,4V e 1,8V. com uma densidade energética acima de 300Wh/L.

Com referência à figura 8A, é mostrada uma bateria recarregável exemplificadora 100 conectada a um carregador 110. A bateria 100 é similar em configuração à bateria 10 (figuras 1A a 1C e 2), mas inclui ao menos um terminal externo de bateria adicional para carga 102 aplicado eletricamente ao cátodo 104, e que contorna o conversor de tensão integrado CC-CC da bateria 100. O terminal externo de bateria inclui uma superfície de contato (não-mostrada) disposta sobre a superfície externa do compartimento de bateria (similar ao compartimento da bateria 12 mostrado na figura 1A) da bateria recarregável 100. Quando a bateria 100 é recebida dentro de um compartimento de carga (não-mostrado) do carregador 110, um dos terminais do carregador é acoplado mecanicamente e eletricamente ao terminal externo de carga da bateria 102, enquanto o outro terminal do carregador é acoplado mecanicamente e eletricamente ao terminal externo 106, que também é usado para conectar a bateria em um dispositivo movido à bateria. O ânodo 108 está conectado ao conversor de tensão 109. Quando conectado dessa maneira, o carregador 110, em funcionamento, aplica uma corrente de carga através do terminal de carga da bateria 102 para restaurar o nível de carga das células eletroquímicas da bateria 100. Modalidades exemplificadoras do carregador 110, incluindo modalidades configuradas para realizar operações rápidas de carga (por exemplo, fazer a bateria recarregável atingir 90% de sua capacidade de carga em menos de 15 minutos) são descritas,

por exemplo, nos pedidos de patente atualmente depositados intitulados "Fast Battery Charger Device and Method", "Battery Charger with Mechanism to Automatically Load and Unload Batteries", "Portable Energy Storage and Charging Device", e "Lithium Iron Phosphate Ultra Fast Battery Charger", cujos conteúdos estão todos aqui incorporados, a título de referência.

Com referência à figura 8B, em algumas modalidades, a bateria recarregável 100 inclui um segundo terminal de carga 103 que é aplicado eletricamente diretamente no ânodo 108. Dessa forma, quando a bateria 100 é recebida dentro do compartimento de carga, por exemplo, do carregador 110, os terminais do carregador são acoplados elétrica e mecanicamente aos terminais de carga da bateria 102 e 103 e é estabelecida uma trajetória elétrica fechada através do cátodo 104 e do ânodo 108. O terminal de carga 103 inclui uma superfície de contato (não-mostrada) disposta sobre a superfície externa do compartimento da bateria, por exemplo, próximo da tampa negativa (similar à tampa negativa 24 mostrada na figura 1A). Dessa forma, na modalidade da bateria recarregável 100 mostrada na figura 8B, a bateria recarregável tem terminais de carga dedicados configurados para receber e direcionar a corrente de carga aplicada pelo carregador 110 ao cátodo e ao ânodo para restaurar a carga no cilindro de gelatina 14, e é utilizado um conjunto separado de terminais externos dedicados 102 e 106 para aplicar a tensão externa V_e .

Em algumas modalidades, não é utilizado o conjunto separado de terminais dedicados para aplicação de carga para recarregar as células eletroquímicas da bateria 100. Em tais modalidades, a corrente de carga é aplicada aos terminais externos da bateria (isto é, os terminais, como os terminais 105 e 106 mostrados nas figuras 8A e 8B, através dos quais a tensão produzida pela bateria e convertida pelo conversor de tensão integrado é aplicada a um dispositivo movido à bateria.) Sob essas circunstâncias, o conversor de tensão pode incluir um circuito de desvio, por exemplo, o diodo D2 na figura 11, para direcionar a corrente de carga recebida dos terminais externos para o cátodo e o ânodo. Em algumas modalidades, quando se usa um conversor boost interno, a tensão no terminal externo é maior que a ten-

são na célula interna (par de eletrodos). Dessa maneira, a energia pode fluir do par de eletrodos de menor tensão para o terminal com tensão mais alta através do conversor boost, mas também na direção oposta para permitir a carga da célula a partir de uma fonte de corrente de carga com tensão mais alta. Nesse modo, o conversor age como um conversor Buck para reduzir a tensão de carga à tensão adequada para carregar o par de eletrodos de menor tensão. Vide figuras 12 e 13 que mostram esquemas elétricos para modalidades do conversor Buck-boost.

Com referência à figura 9, o carregador 110 é configurado para aplicar uma corrente de carga constante na bateria após o início da operação de carga. Durante o período no qual é aplicada uma corrente constante na bateria (isto é, o carregador funcionando no modo de corrente constante, ou CC), a tensão da bateria recarregável 100 aumenta. Quando a tensão da bateria 100 atinge um limite superior predeterminado de, por exemplo, 3,8V (esse limite superior de tensão é às vezes chamado de tensão de intersecção), o carregador 110 é configurado para manter a tensão da bateria nesse limite superior durante o restante do período de carga. Durante o período em que uma tensão constante substancialmente igual ao valor predeterminado da tensão de intersecção é aplicada à bateria 100, diz-se que o carregador 110 está operando no modo de tensão constante, ou CV.

O carregador 110 é acoplado a um módulo de conversão de energia 112. Em algumas modalidades, o módulo de conversão de energia 112 é incorporado no carregador 110 e, dessa forma, está disposto no compartimento do carregador 110. O módulo de conversão de energia 112 inclui um módulo conversor de tensão CA-CC 114 que é aplicado eletricamente a uma fonte de potência CA, externa ao carregador, tal como uma fonte que fornece energia em uma classificação de 85V a 265V e 50Hz a 60Hz, e converte a potência CA em tensão baixa de CC (por exemplo, 5 a 24V), e, por exemplo, alimenta essa baixa tensão de CC para, por exemplo, um módulo conversor de tensão CC-CC 116 para fornecer um nível adequado para a carga de baterias recarregáveis (por exemplo, tensões CC em níveis que variam aproximadamente entre 3,7 e 4,2V para as baterias recarregáveis

formadas, por exemplo, de células eletroquímicas de fosfato de lítio-ferro. Outros tipos de células podem ter níveis diferentes de tensão, como os níveis de tensão na faixa de 1,8 a 4,4V.)

O carregador 110 inclui, ainda, um controlador 120 que é configurado para determinar a corrente de carga a ser aplicada à bateria recarregável 100, aplicar à bateria 100 uma corrente substancialmente igual à corrente de carga determinada, e descontinuar a corrente de carga após um período específico ou predeterminado período ter decorrido, por exemplo, 5 a 15 minutos. O controlador 120 pode também ser configurado para interromper a operação de carga quando for atingida uma tensão ou nível de carga da bateria predeterminado. Em algumas modalidades, o controlador 120 regula um conversor Buck 130 para aplicar uma taxa de carga constante de 12C (isto é, uma taxa de carga de 1C corresponde à corrente que seria necessária para carregar uma bateria em uma hora, e, portanto, 12C é a taxa de carga que carregaria a bateria específica em aproximadamente 1/12 de hora, ou seja, cinco minutos.) Essa taxa de carga de 12C é aplicada até que seja atingida uma tensão máxima predeterminada de carga, ou decorrido um período de cinco (5) minutos. Uma vez atingida a tensão máxima de carga, o controlador 120 muda o modo de operação e aplica uma tensão constante à bateria 100, até que o tempo de carga predeterminado tenha decorrido, por exemplo, 5 minutos.

Em algumas modalidades, a determinação da corrente de carga a ser aplicada à bateria recarregável 100 pode se basear, ao menos em parte, na entrada especificada pelo usuário fornecida através de uma interface de usuário disposta, por exemplo, sobre o compartimento (não-mostrado) do carregador 110. Essa interface de usuário pode incluir, por exemplo, chaves, botões e/ou controles através dos quais um usuário pode indicar ajustes relativos à operação de carga como a capacidade da bateria que deverá ser recarregada, o período de carga, etc. Para determinar a corrente de carga específica a ser utilizada, é acessada uma tabela de busca que indexa as correntes de carga adequadas que correspondem aos ajustes/parâmetros especificados pelo usuário.

Em algumas modalidades, a determinação da corrente de carga pode ser feita identificando-se a capacidade da bateria recarregável 100 colocada no compartimento de carga do carregador 110 usando, por exemplo, um mecanismo de identificação que fornece dados representativos sobre a capacidade da bateria e/ou o tipo da bateria. Uma descrição detalhada de um dispositivo carregador exemplificador que inclui um mecanismo de identificação com base no uso de um resistor de identificação que tem uma resistência representativa da capacidade da bateria é fornecida no pedido de patente atualmente depositado intitulado "Ultra Fast Battery Charger with Battery Sensing", cujo conteúdo está aqui incorporado a título de referência, em sua totalidade. Em algumas modalidades, a determinação da corrente de carga pode ser feita medindo-se ao menos uma das características elétricas da bateria que indiquem a capacidade e/ou o tipo da bateria (por exemplo, a resistência de carga de CC da bateria.) Uma descrição detalhada de um dispositivo carregador exemplificador que determina de maneira adaptável a corrente de carga com base nas características medidas da bateria é fornecida no pedido de patente atualmente depositado intitulado "Adaptive Charger Device and Method", cujo conteúdo está aqui incorporado a título de referência, em sua totalidade.

O controlador 120 inclui um dispositivo processador 122 configurado para controlar as operações de carga realizadas na bateria 100. Assim como o dispositivo processador 60 do conversor 40, o dispositivo processador 122 pode ser qualquer tipo de dispositivo de computação e/ou de processamento, como uma microcontroladora PIC18F1320 da Microchip Technology Inc. O dispositivo processador 122 usado na implementação do controlador 120 inclui elementos de memória volátil e/ou de memória não-volátil configurados para armazenar software contendo instruções de computador para habilitar as operações gerais do dispositivo baseado em processador, bem como programas de implementação para executar as operações de carga da bateria 100 acoplada ao carregador 110, incluindo as operações de carga que fazem a bateria 100 atingir ao menos 90% da capacidade de carga em menos de quinze (15) minutos. O dispositivo processador 122 inclui

um conversor analógico-digital (A/D) 124 com várias linhas de entrada e saída analógica e digital. O controlador 120 inclui também um dispositivo conversor digital-analógico (D/A) 126 e/ou um modulador de largura de pulso (PWM) 128 que recebe sinais digitais gerados pelo dispositivo processador 122 e em resposta produz sinais elétricos que regulam o ciclo de serviço do circuito de chaveamento, como o conversor Buck 130 do carregador 110.

O conversor Buck 130 é similar ao conversor Buck 70 do conversor 40, e é configurado para operar de maneira similar à do conversor Buck 70. Dessa forma, o conversor Buck 130 inclui dispositivos de chaveamento, como transistores (não-mostrados), que são atuados eletricamente para permitir que a corrente/tensão fornecida pelo módulo de conversão de energia 112 seja aplicada à bateria 100 através, por exemplo, dos terminais 102 e 106. O conversor Buck 130 inclui também elementos para armazenamento de energia (por exemplo, capacitor e/ou indutor) que armazenam energia quando a corrente é fornecida ao conversor Buck durante o período de funcionamento dos dispositivos de chaveamento do conversor. Quando os dispositivos de chaveamento fazem que a corrente enviada pelo módulo de conversão de energia 112 seja interrompida para a bateria 100, a energia no(s) elemento(s) para armazenamento de energia é descarregada para a bateria recarregável 100. A corrente resultante da corrente aplicada durante o período de funcionamento dos dispositivos de chaveamento e a corrente descarregada do(s) elemento(s) para armazenamento de energia durante o período de inatividade dos dispositivos de chaveamento é substancialmente igual à corrente de carga necessária que deve ser aplicada à bateria recarregável 100.

Para regular a corrente/tensão aplicada à bateria 100, o carregador 110 inclui também um mecanismo de ajuste de realimentação, implementado, por exemplo, usando o controlador 120. O mecanismo de ajuste de realimentação é usado para ajustar o ciclo de serviço para atuar os dispositivos de chaveamento do conversor de tensão CC-CC (por exemplo, o conversor Buck 130), de modo que a corrente resultante aplicada à bateria 100 seja substancialmente igual à corrente de carga determinada pelo con-

trolador 120. Por exemplo, em algumas modalidades, o controlador 120 recebe periodicamente (por exemplo, a cada 0,1 segundo) uma medição da corrente que passa pela bateria 100 conforme medida, por exemplo, por um sensor de corrente (não-mostrado) que transmite o valor medido para o controlador 120. Com base no valor recebido dessa corrente medida, o controlador 120 ajusta o ciclo de serviço para produzir um ajuste na corrente que passa pela bateria 100 de modo que essa corrente converja para um valor substancialmente igual ao nível da corrente de carga.

O carregador 110 pode também incluir um sensor de tensão (não-mostrado), bem como outros sensores configurados para medir outros atributos da bateria recarregável 100 e/ou do carregador 110. Por exemplo, em modalidades nas quais o controle térmico do carregador 110 e/ou da bateria 100 é necessário (por exemplo, quando o período de carga para carregar a bateria 100 excede 15 minutos), o carregador 110 pode incluir sensores de temperatura (por exemplo, termistores) conjugados à bateria 110 e/ou a uma placa de circuito na qual vários módulos do carregador 110 podem ser dispostos.

Com referência à figura 10, é mostrado um procedimento de carga exemplificador 140 para recarregar a bateria recarregável 100. Uma bateria é inserida no carregador e um usuário inicia o ciclo de carga pressionando um botão 'Iniciar' disposto, por exemplo, sobre o compartimento do carregador 110.

Antes de iniciar o procedimento de carga, o carregador 110 determina se existem determinadas condições de falha. Por exemplo, o carregador 110 mede a tensão V_0 da bateria 100. O carregador 110 determina se as tensões medidas estão dentro de um intervalo predeterminado (por exemplo, entre 2 a 3,8V.) Em circunstâncias nas quais é determinado que a tensão medida, V_0 da bateria 100 não se encontra dentro de um intervalo predeterminado aceitável, resultando, dessa forma, em uma operação de carga sob condições inseguras de corrente, o carregador não continuará a operação de carga, e o processo de carga poderá ser encerrado. Sob tais circunstâncias, pode ser fornecida ao usuário uma indicação de um proble-

ma através de uma interface de usuário sobre o compartimento do carregador 110.

5 O carregador 110 determina 146 uma corrente de carga e/ou um período de carga a ser utilizado para carregar a bateria 100 com base nas informações relativas ao processo de carga, incluindo o tipo de baterias, o período de carga, a capacidade das baterias, etc. Por exemplo, o carregador 110 pode ser configurado para determinar uma corrente de carga para carregar a bateria 100 a um nível de ao menos 90% da capacidade de carga em menos de 15 minutos.

10 O carregador 110 pode determinar 145 a capacidade e/ou o tipo da bateria 100 colocada no compartimento de carga do carregador 110. Conforme explicado para a presente invenção, as informações utilizadas para determinar a corrente de carga podem ser fornecidas através de uma interface de usuário disposta, por exemplo, no compartimento do carregador 15 110. Adicional e/ou alternativamente, as informações relativas ao processo de carga podem ser fornecidas via um mecanismo de identificação através do qual a bateria pode transmitir ao carregador as informações representativas de suas características (por exemplo, capacidade, tipo), ou medindo-se as características elétricas da bateria (por exemplo, a resistência de carga de CC), e determinando-se, com base em tais medições, o tipo e/ou a capacidade da bateria 100. Se o carregador 110 for configurado para receber um tipo específico de bateria com uma determinada capacidade, o carregador 20 110 utilizará uma corrente de carga predeterminada adequada para essa bateria e capacidade particulares. A determinação da corrente de carga pode ser feita acessando-se uma tabela de busca que associa as correntes de carga com baterias de diferentes capacidades, tipos de bateria, períodos de carga, etc.

25 Depois de determinar a corrente de carga a ser aplicada à bateria 100, é iniciado 148 um temporizador, configurado para medir o período previamente especificado da operação de carga. O temporizador pode ser, 30 por exemplo, um módulo temporizador dedicado do processador 122, ou pode ser um registro que é incrementado em intervalos regulares de tempo

medidos por um relógio interno ou externo do processador 122.

Um circuito de regulação de corrente/tensão, como, por exemplo, o conversor Buck 130, é controlado 150 para produzir uma corrente constante substancialmente igual à corrente determinada a ser aplicada à
5 bateria recarregável 100. Conforme explicado, a corrente de carga determinada é usada para gerar um sinal de ciclo de serviço aplicado a um dispositivo de chaveamento (por exemplo, um transistor) do conversor Buck 130, para produzir corrente substancialmente igual à corrente de carga a ser aplicada à bateria 100. Durante o período de inatividade de um dado ciclo de
10 serviço, o módulo de conversão de energia 112 é desligado da bateria 100, e a energia armazenada nos elementos para armazenamento de energia do conversor Buck 130 (por exemplo, um indutor e/ou um capacitor) é descarregada para as baterias na forma de corrente. A corrente combinada aplicada a partir do módulo de conversão de energia 112, e a corrente descarregada dos elementos para armazenamento de energia do conversor Buck
15 130 resultam em uma corrente eficaz substancialmente igual à corrente de carga determinada.

Em algumas modalidades, o carregador 100 implementa um processo de carga CC/CV. Dessa forma, em tais modalidades, a tensão nos
20 terminais da bateria 100 é medida periodicamente 152 (por exemplo, a cada 0,1 segundo) para determinar se foi atingido o limite superior de tensão predeterminado (isto é, a tensão de intersecção). Quando a tensão da bateria 100 atingir o limite superior de tensão predeterminado, o circuito de regulação de corrente/tensão é controlado para produzir um nível de tensão constante, substancialmente igual ao nível da tensão de intersecção, mantido nos
25 terminais da bateria 100.

Depois de decorrido um período de tempo substancialmente igual ao período de carga, conforme determinado 154, ou depois de atingido um certo nível de carga ou de tensão (como pode ser determinado através
30 de medições periódicas da bateria 100), a corrente de carga aplicada à bateria 100 é interrompida.

Exemplos e outras modalidades

Muitos tipos de composições químicas podem ser utilizados com as modalidades aqui descritas, incluindo:

Cátodo	Ânodo
LiMn ₂ O ₄ vs.	Li ou C
LiFePO ₄ vs. Li ou C	Li ou C
MnFePO ₄ vs. Li ou C	Li ou C
MnO ₂ vs.	Li
S vs. Li	Li
Bi ₂ S ₃ vs. Li	Li
Bi ₂ S ₃ vs. Li	Li
CuO vs. Li	Li
CF _x vs. Li	Li

O conversor de tensão pode ser ligado para operar em um nível mais baixo na faixa de 1,2 a 1,3V, fornecendo, dessa forma, um tempo de funcionamento maior.

Diversas modalidades da invenção foram descritas. No entanto, deve-se entender que várias modificações podem ser feitas sem que se desvie do espírito e escopo da invenção. Por exemplo, embora as modalidades tenham sido descritas como empregando um conversor de redução de tensão para receber uma primeira tensão da bateria e fornecer uma segunda tensão relativamente mais baixa nos terminais da bateria, o conversor pode ser configurado como um conversor de aumento de tensão que recebe uma primeira tensão da bateria e fornece uma segunda tensão relativamente mais alta nos terminais da bateria. Consequentemente, outras modalidades estão dentro do escopo das reivindicações a seguir.

REIVINDICAÇÕES

1. Bateria, compreendendo:

uma célula eletroquímica que tem um orifício interno através da mesma; e

5 um módulo conversor de tensão aplicado eletricamente à célula eletroquímica e disposto dentro de uma porção do orifício interno, sendo o conversor de tensão configurado para converter uma primeira tensão produzida pela célula eletroquímica em uma segunda tensão diferente.

10 2. Bateria, de acordo com a reivindicação 1, em que a célula eletroquímica é configurado para ser carregada a um nível de carga de ao menos 90% de sua capacidade em quinze minutos ou menos.

3. Bateria, de acordo com a reivindicação 1, em que a célula eletroquímica inclui uma célula de fosfato de lítio-ferro.

15 4. Bateria, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo, ainda:

um compartimento de bateria que aloja a célula eletroquímica e o conversor de tensão; e

um conjunto de terminais externos dispostos sobre o compartimento da bateria aos quais é fornecida uma segunda tensão.

20 5. Bateria, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo, ainda:

um conjunto de abas acopladas entre a célula eletroquímica e o módulo conversor de tensão; e

25 um segundo conjunto de abas acopladas entre o módulo conversor de tensão e os terminais externos, suportados pelo compartimento da bateria.

6. Bateria, de acordo com a reivindicação 1, em que o módulo conversor de tensão compreende:

um dispositivo eletrônico de chaveamento; e

30 um controlador acoplado eletricamente ao dispositivo eletrônico de chaveamento, o controlador configurado para controlar o dispositivo eletrônico de chaveamento.

7. Bateria, de acordo com a reivindicação 2, em que o controla-

dor é configurado para:

monitorar um nível de tensão no conjunto de terminais externos;

e

fazer o dispositivo eletrônico de chaveamento ser comutado com

5 base no nível de tensão monitorado, de modo que o nível de tensão no terminal externo seja substancialmente igual a um nível de tensão predeterminado.

8. Bateria compreendendo:

10 ao menos uma célula eletroquímica configurada para ser carregada a um nível de carga de ao menos 90% de sua capacidade em quinze minutos ou menos;

15 um módulo conversor de tensão aplicado eletricamente a pelo menos uma célula eletroquímica e configurado para converter uma primeira tensão produzida por ao menos uma célula eletroquímica em uma segunda tensão diferente;

um compartimento de bateria que aloja ao menos uma célula eletroquímica e o conversor de tensão; e

um conjunto de terminais externos dispostos sobre o compartimento da bateria aos quais é fornecida a segunda tensão.

20 9. Método compreendendo:

25 a conversão de uma primeira tensão nos eletrodos acoplados a pelo menos uma célula eletroquímica, em uma segunda tensão diferente, com os eletrodos e ao menos uma célula eletroquímica dispostos em um compartimento de bateria, ao menos uma célula eletroquímica configurada para ser carregada a um nível de carga de ao menos 90% de sua capacidade em quinze minutos ou menos; e

o fornecimento da segunda tensão para os terminais externos dispostos sobre o compartimento da bateria.

30 10. Método, de acordo com a reivindicação 9, em que a conversão da primeira tensão compreende:

o controle de um dispositivo eletrônico de chaveamento.

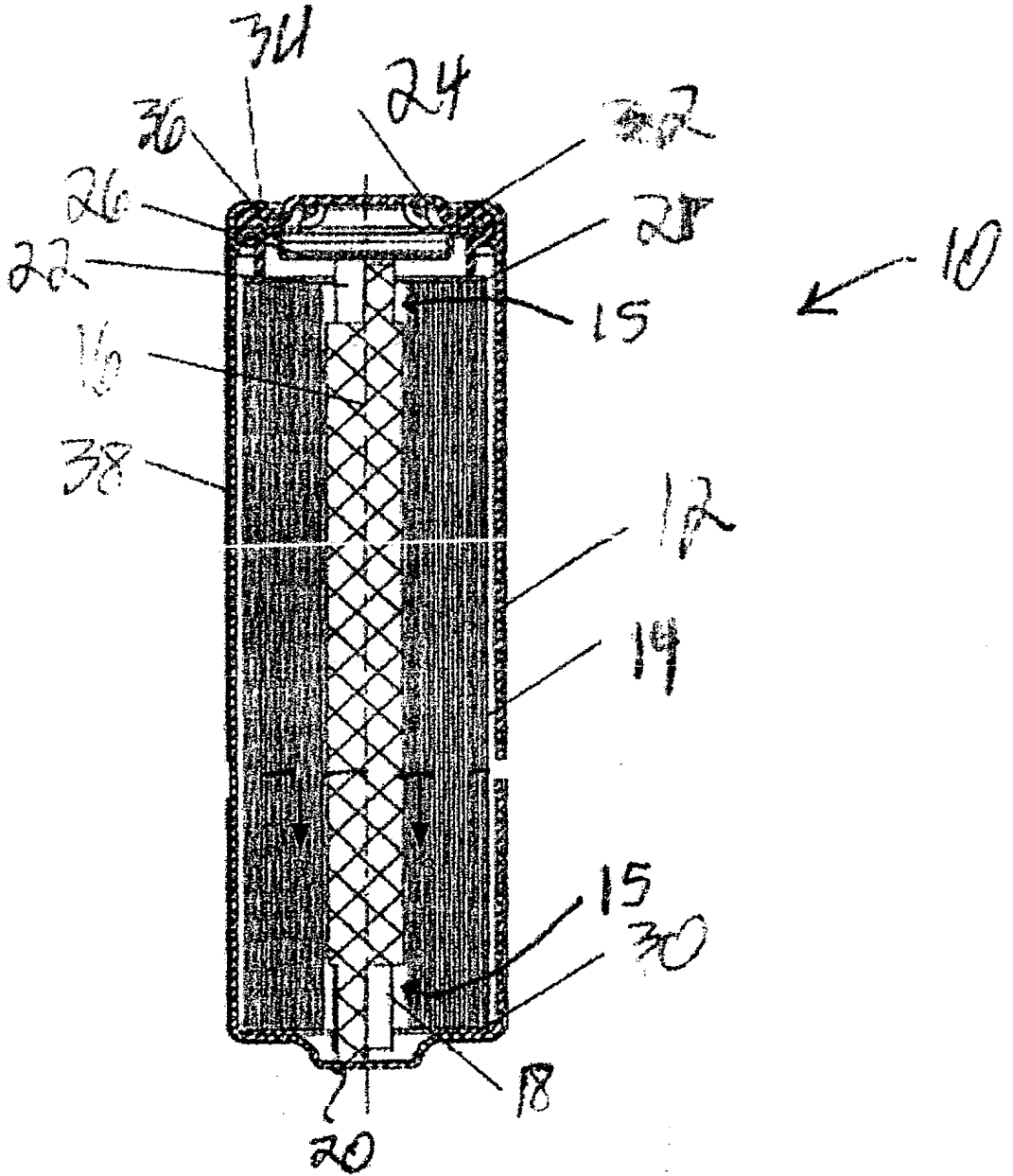


FIG. 1A

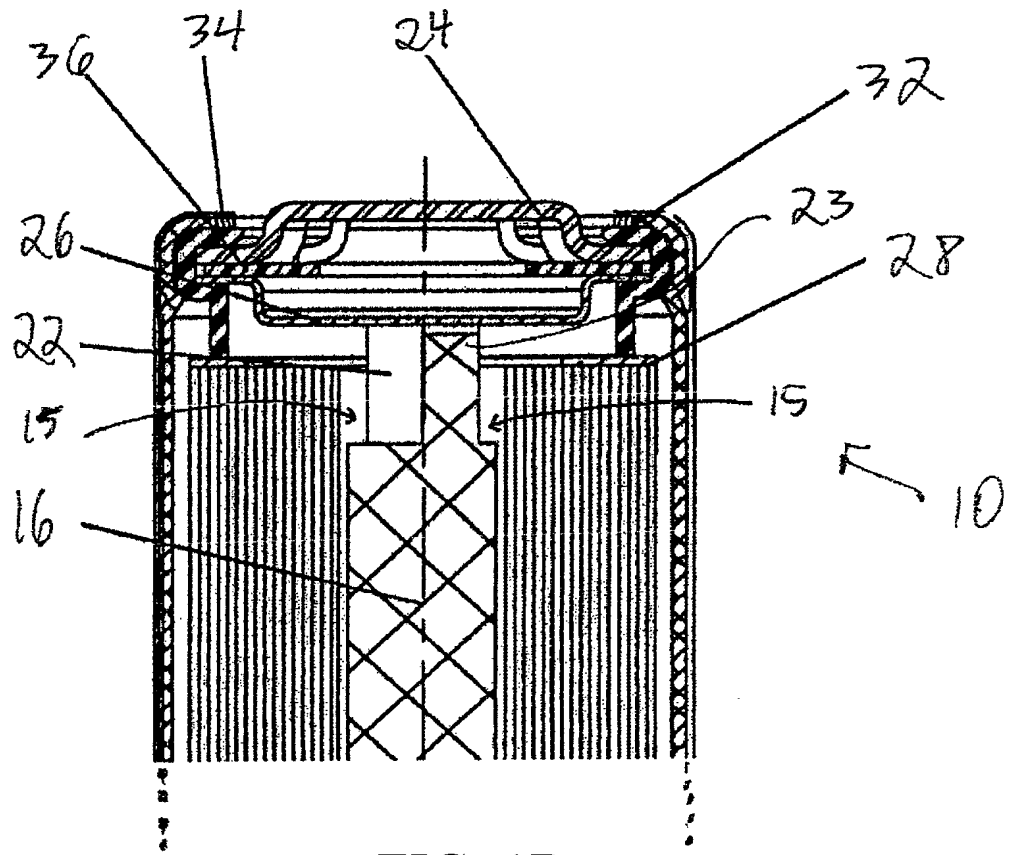


FIG. 1B

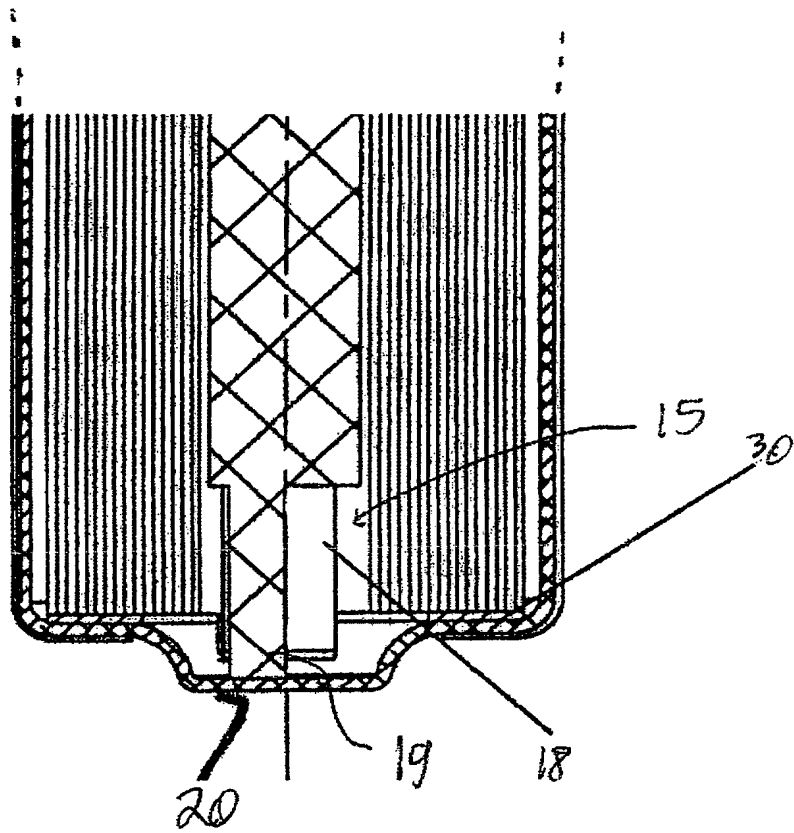


FIG. 1C

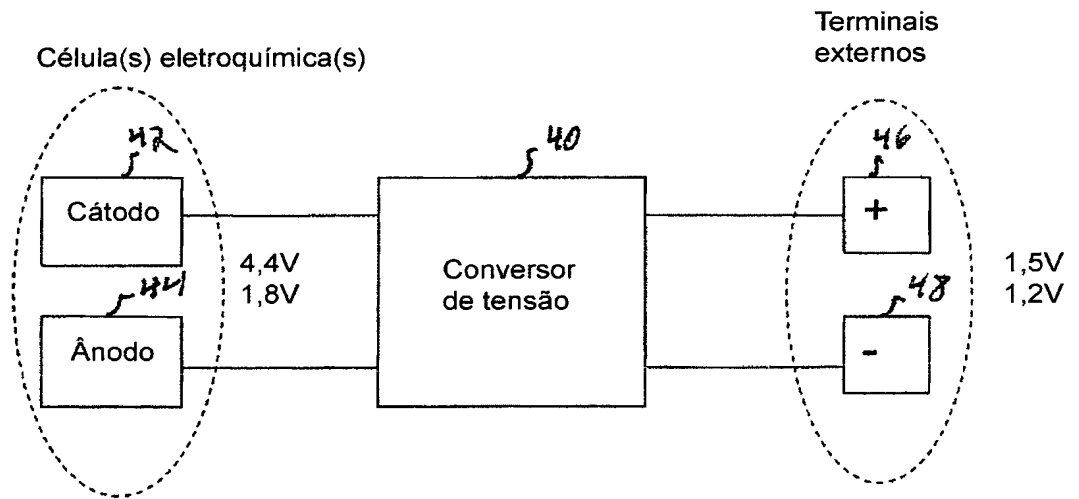


FIG. 2

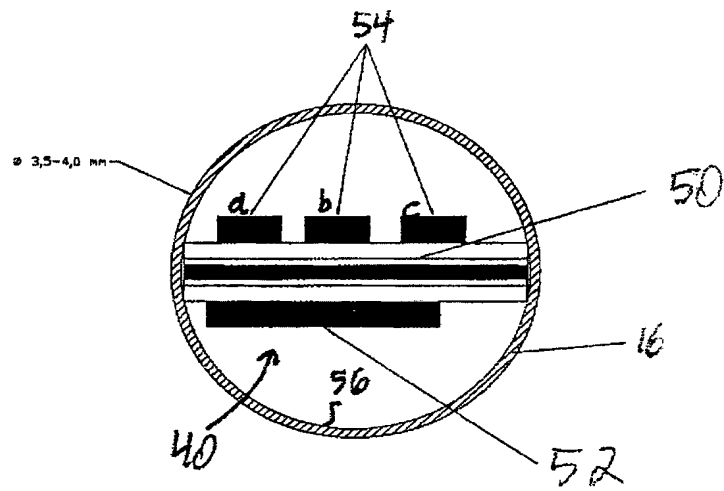


FIG. 3

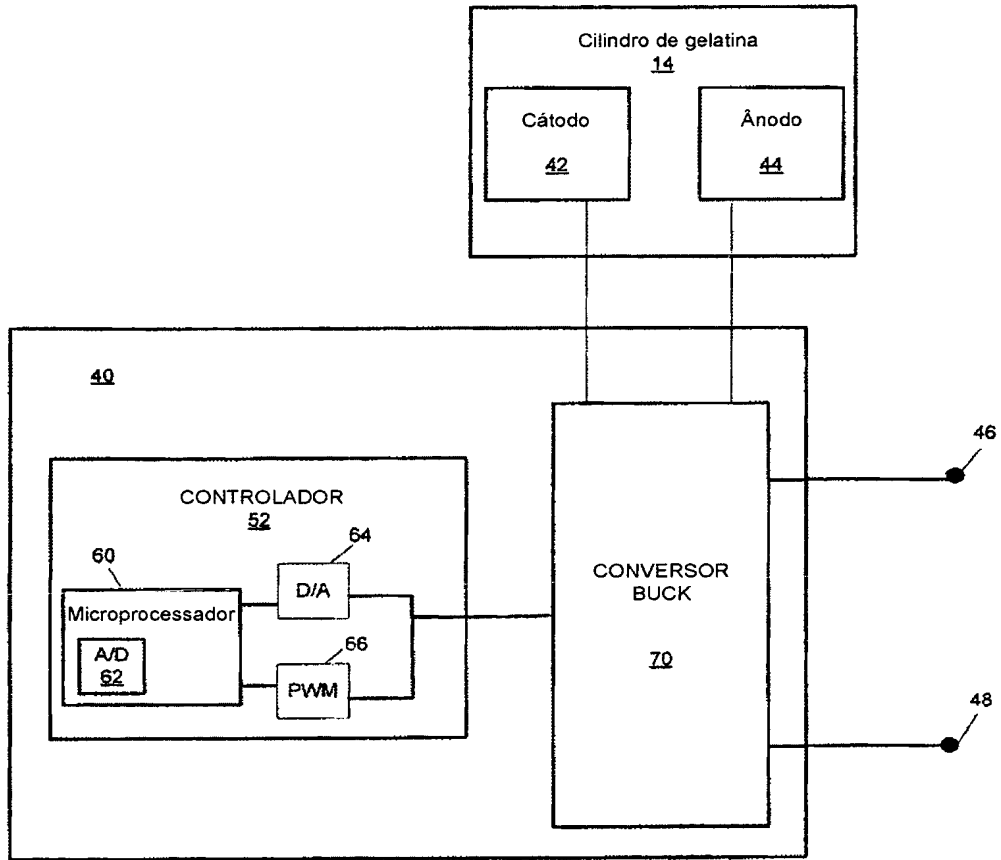


FIG. 4

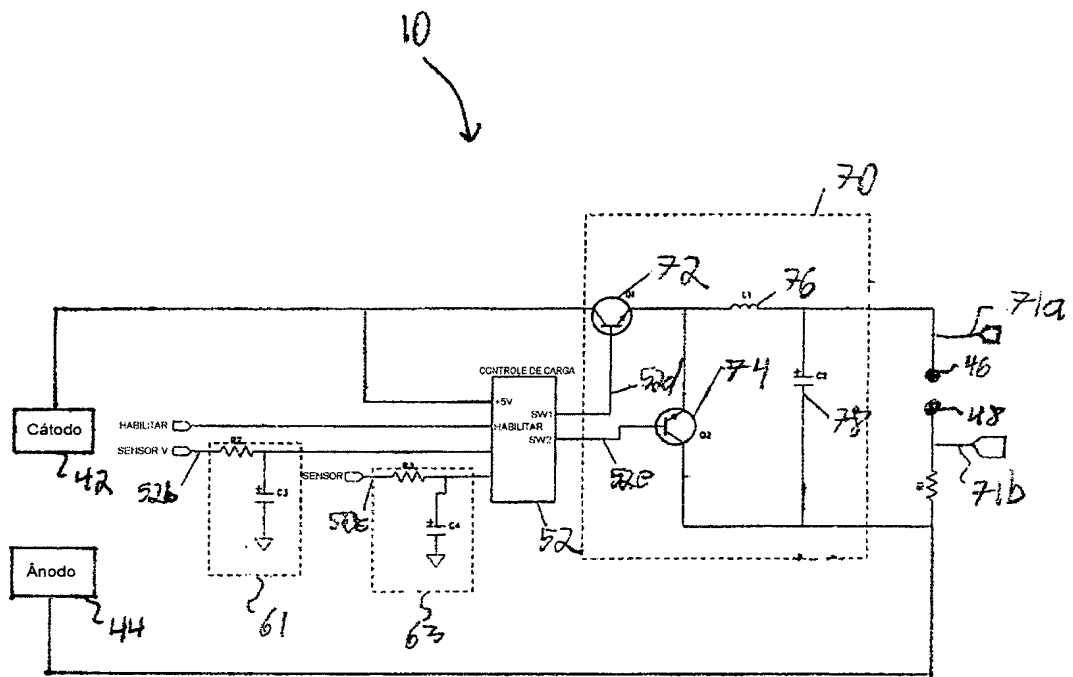


FIG. 5

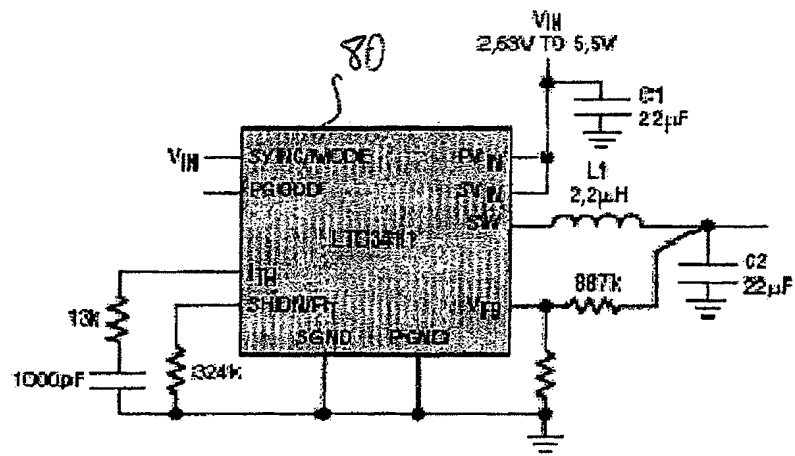


FIG. 6

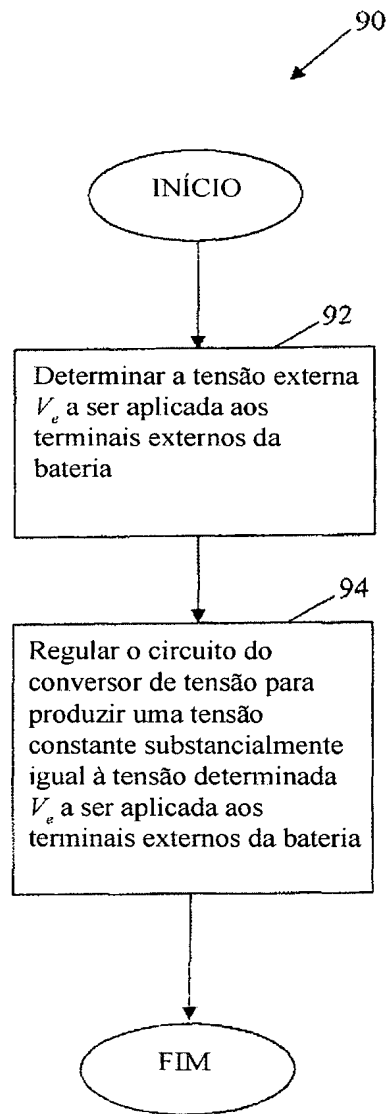
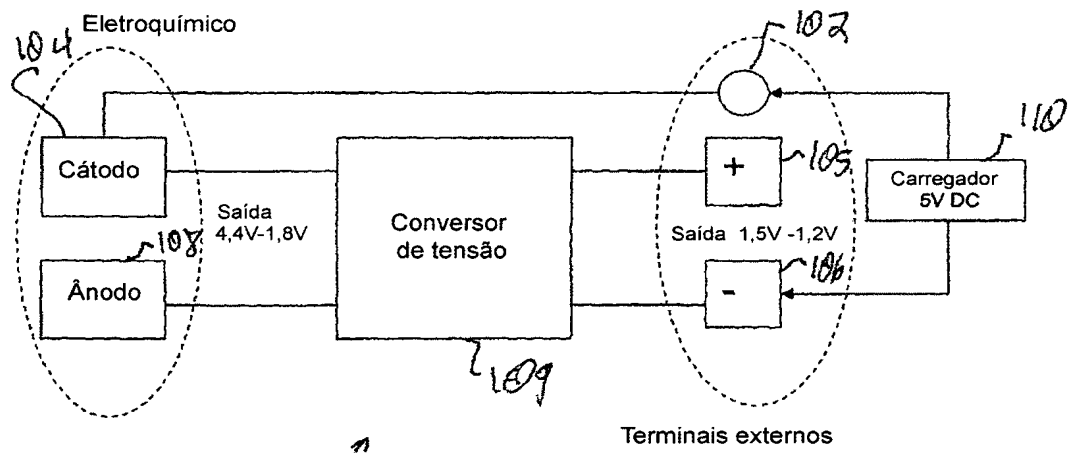


FIG. 7



100

FIG. 8A

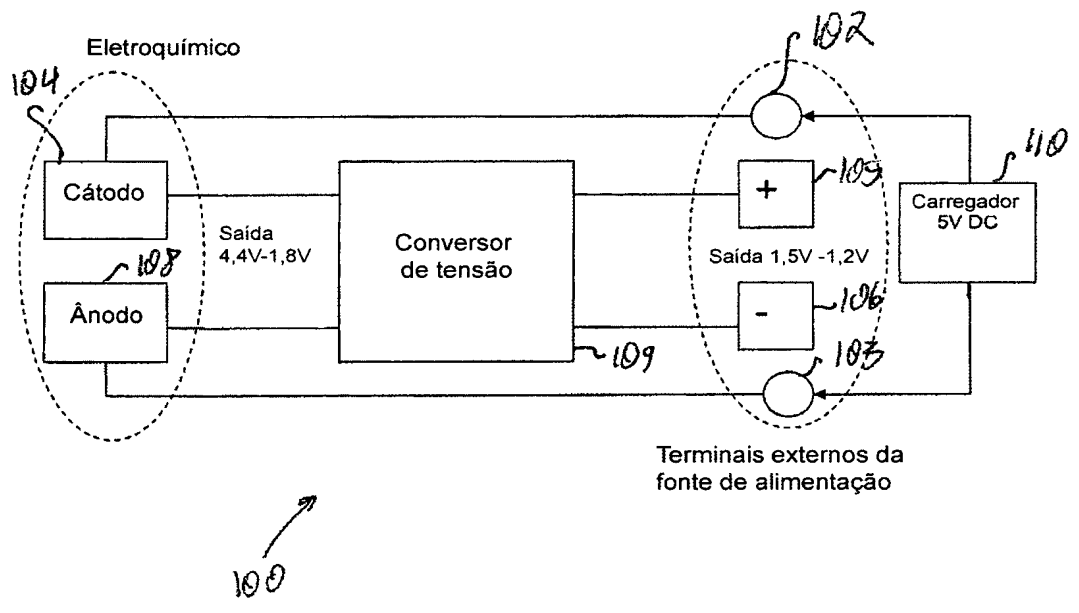


FIG. 8B

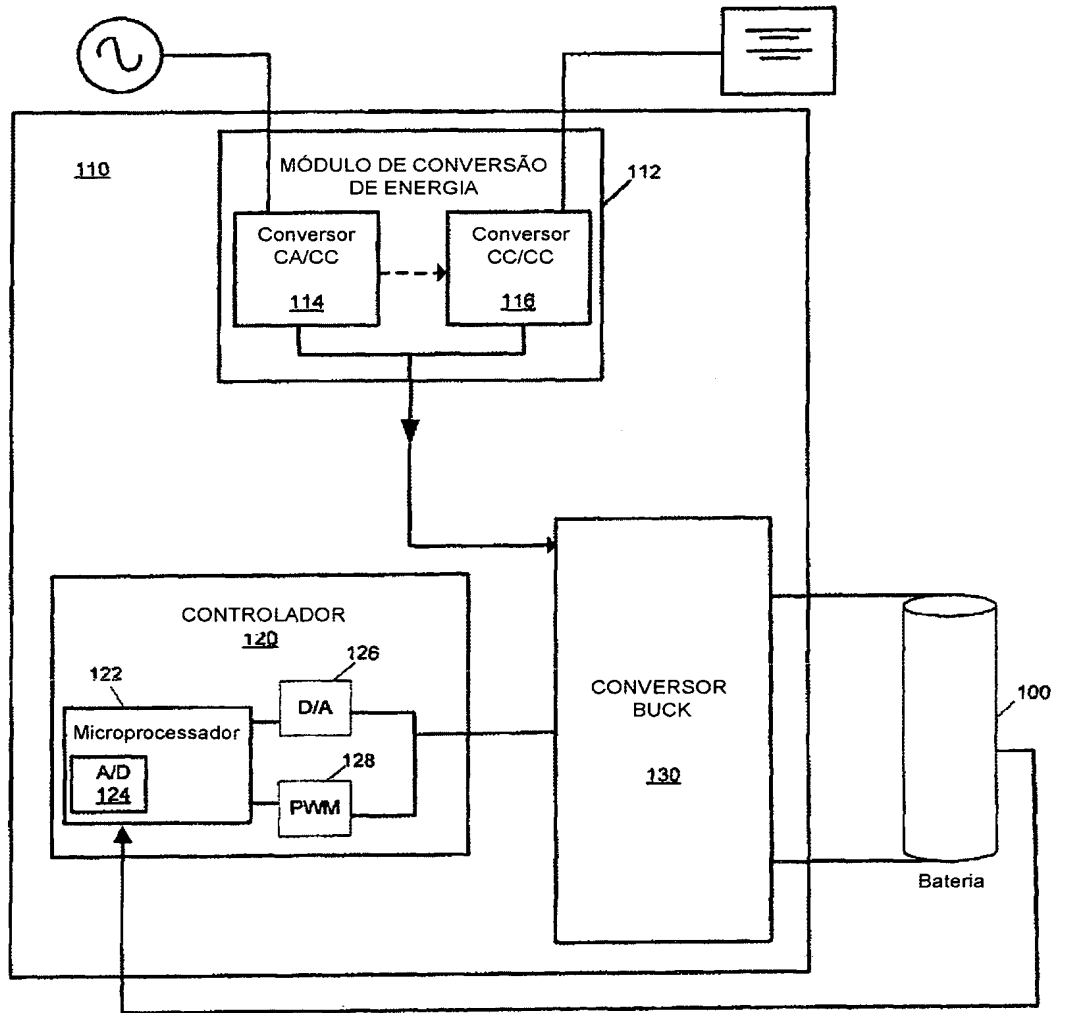


FIG. 9

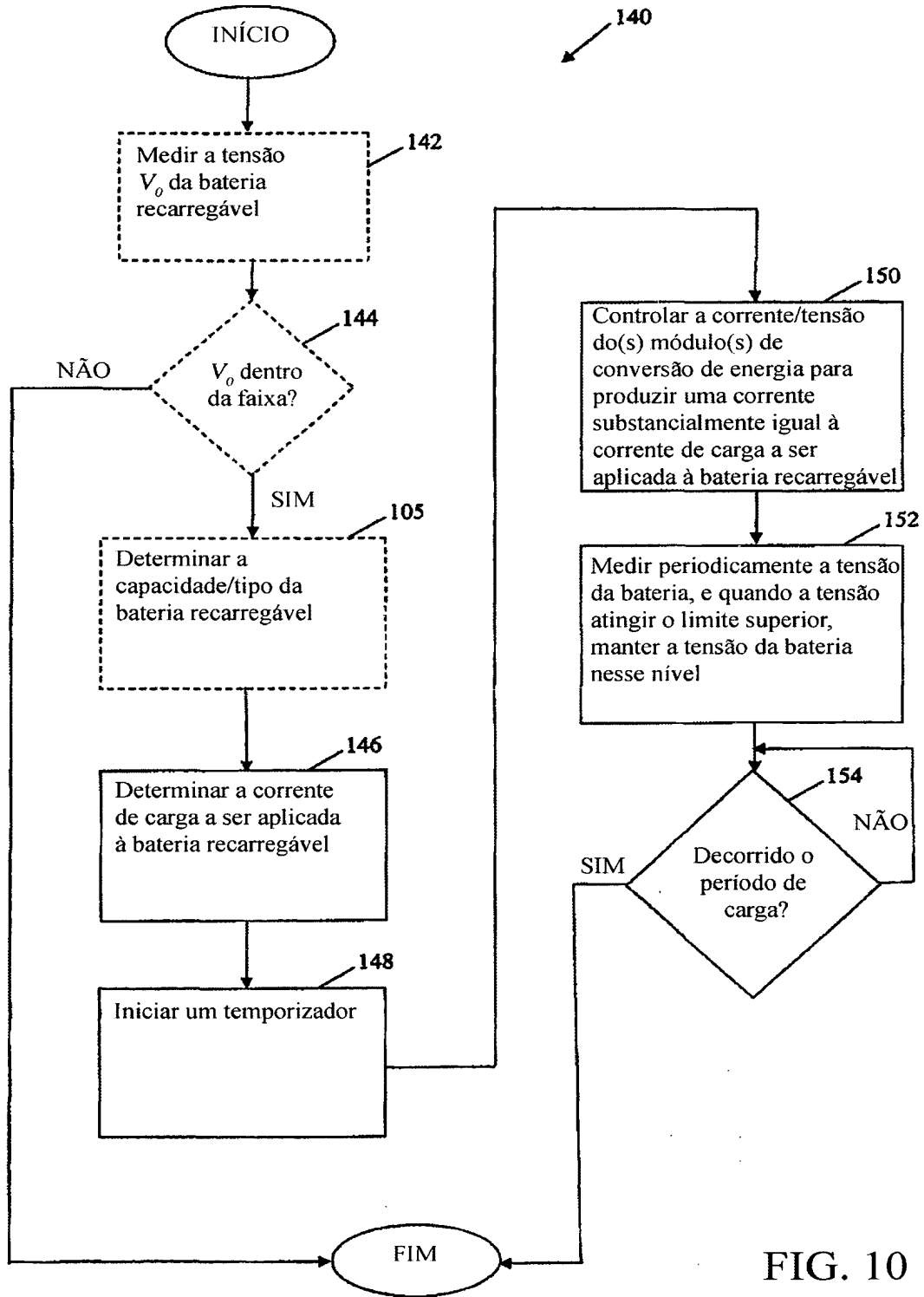
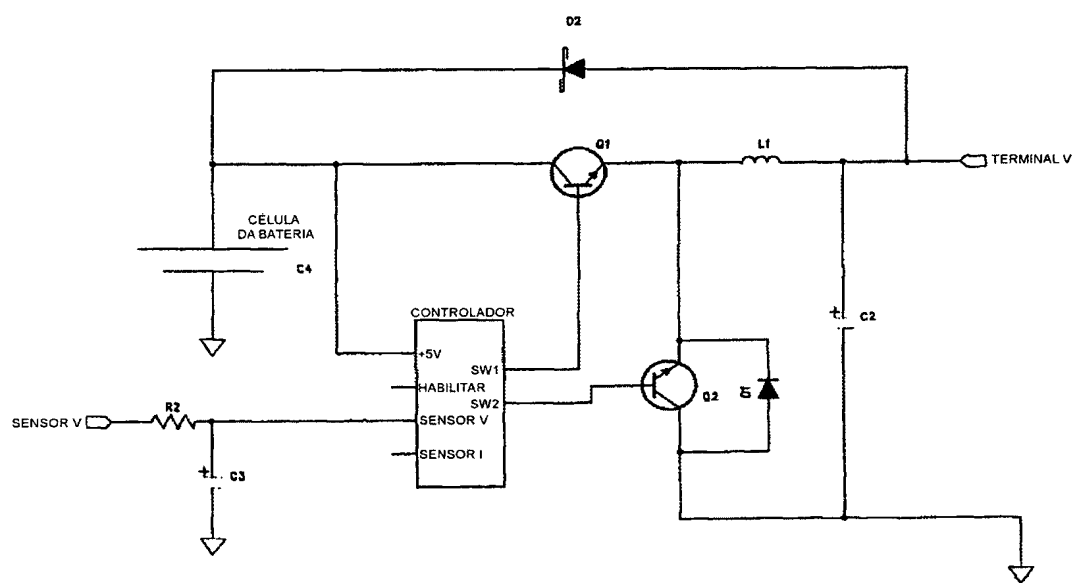
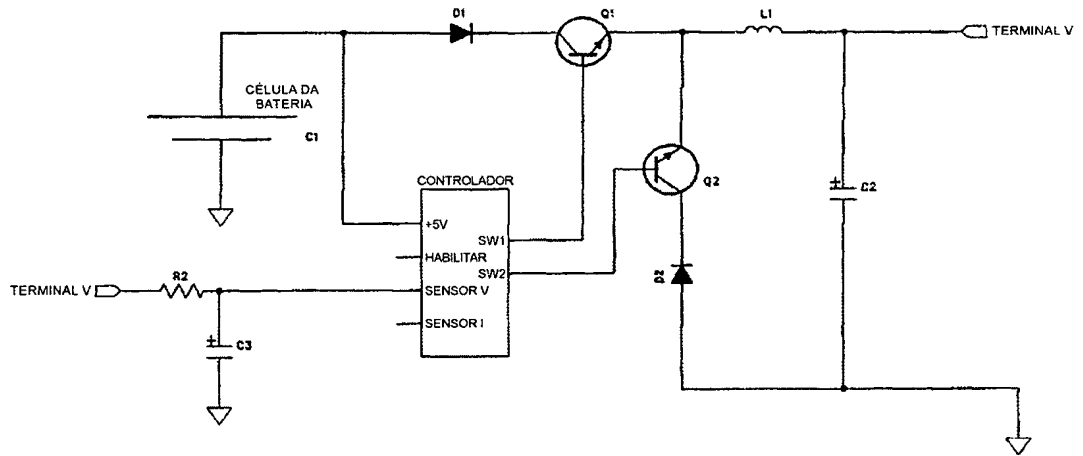


FIG. 10



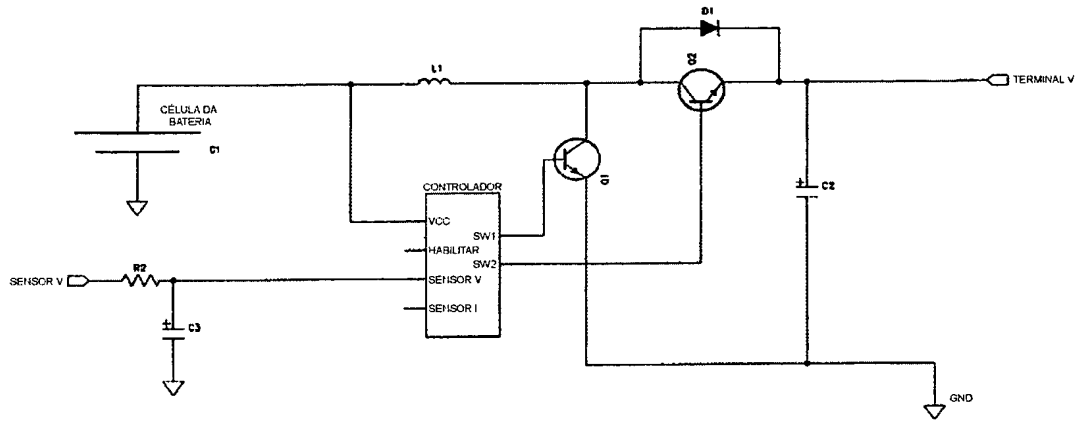
CONVERSOR DE TENSÃO INTERNO (REDUÇÃO)
COM DIODO DE DESVIO PARA CARGA

FIG. 11



CONVERSOR BIDIRECIONAL INTERNO DE TENSÃO
CONVERSOR BUCK-BOOST

FIG. 12



CONFIGURAÇÃO DE AUMENTO DE TENSÃO DO CONVERSOR DE TENSÃO

FIG. 13

RESUMO

Patente de Invenção: "**BATERIA COM CONVERSOR DE TENSÃO INTEGRADO**".

5 A presente invenção refere-se a uma bateria. A bateria inclui uma célula eletroquímica tendo um orifício interno através da mesma, e um módulo conversor de tensão aplicado eletricamente à célula eletroquímica e disposto dentro de uma porção do orifício interno, o conversor de tensão configurado para converter uma primeira tensão produzida pela célula eletroquímica em uma segunda tensão diferente.