



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

(11) PI 0600115-7 B1

(22) Data do Depósito: 13/01/2006

(45) Data de Concessão: 21/11/2017



(54) Título: SISTEMAS E MÉTODOS PARA REGULAR CORRENTE DE PRÉ-CARGA EM UM SISTEMA DE BATERIA

(51) Int.Cl.: H01M 10/44; H02J 7/04

(30) Prioridade Unionista: 13/01/2005 US 11/034.624

(73) Titular(es): DELL PRODUCTS L.P.

(72) Inventor(es): LIGONG WANG; JOHN J. BREEN; JOEY M. GOODROE

"SISTEMAS E MÉTODOS PARA REGULAR CORRENTE DE PRÉ-CARGA EM UM SISTEMA DE BATERIA"

CAMPO DA INVENÇÃO

1. Campo da invenção

5 Esta invenção diz respeito no geral a sistemas de bateria e, mais particularmente, a regulagem de corrente de pré-carga em um sistema de bateria.

2. Descrição da Tecnologia Relacionada

10 À medida que o valor e uso de informação continua a aumentar, indivíduos e negócios procuram maneiras adicionais de processar e armazenar informação. Uma opção disponível aos usuários são sistemas de tratar informação. Um sistema de tratar informação em geral processa, compila, armazena e/ou comunica informação ou dados com propósitos comerciais, pessoais ou outros mais, permitindo assim que usuários tirem vantagem do valor da informação. Em virtude das necessidades e exigências de tecnologia e informação variam entre diferentes usuários ou aplicações, sistemas de manipulação de informação podem também variar com relação a qual informação é tratada, como a informação é tratada, quanta informação é processada, armazenada ou comunicada, e com que rapidez e eficiência a informação pode ser processada, armazenada ou comunicada. As variações em sistemas de manipulação de informação permitem que sistemas de manipulação de informação sejam gerais ou configurados para um usuário específico ou uso específico, tais como processamento de transação financeira, reservas aéreas, armazenamento de dados de empresas ou comunicações globais. Além do mais, sis-

15

20

25

temas de manipulação de informação podem incluir uma variedade de componentes de hardware e suporte lógico que pode ser configurada para processar, armazenar e comunicar informação, e pode incluir um ou mais sistemas de computador, sistemas de armazenamento de dados e sistemas de rede.

Exemplos de sistemas de manipulação de informação portáteis incluem computadores notebook. Esses dispositivos eletrônicos portáteis são tipicamente acionados por sistemas de bateria, tais como pacotes de bateria de íons de lítio ("Li-ion") ou de hidreto de metal níquel ("NiMH"), incluindo uma ou mais baterias recarregáveis. A Figura 1 mostra um sistema de bateria 120 de um sistema de manipulação de informação portátil 100 que tem terminais de carga da bateria 122, 124 que são provisoriamente acoplados nos terminais de saída de carga correspondentes 115, 116 de um aparelho de carregar bateria 110. Da maneira assim configurada, aparelho de carregar bateria 110 é acoplado para receber corrente de terminais de suprimento de corrente 112, 114 (por exemplo, corrente alternada, ou corrente contínua de um adaptador CA) e fornecer corrente de carga CC aos terminais de carga da bateria 122, 124 do sistema de bateria 120 por meio de terminais de saída de carga 115, 116. Conforme mostrado, o sistema de bateria 120 também inclui terminais do barramento de dados do sistema de bateria 126, 128 para prover informação do estado da bateria, tal como tensão da bateria, aos terminais do barramento de dados do aparelho de carregar bateria correspondente 117, 118.

A Figura 2 mostra um sistema de bateria de íons de

lítio convencional 120 que tem uma unidade de gerenciamento da bateria ("BMU") 202 responsável por monitorar a operação do sistema de bateria e controlar o conjunto de circuitos de carga e descarga do sistema de bateria 270 que está presente para carregar e descarregar uma ou mais células de bateria do sistema de bateria. Conforme mostrado, BMU 202 inclui um circuito auxiliar analógico ("AFE") 206 e microcontrolador 204. O conjunto de circuitos de carga e descarta 270 do sistema de bateria 120 inclui dois transistores de efeito de campo ("FETs") 214 e 216 acoplados em série entre o terminal de carga da bateria 112 e a(s) célula(s) da bateria 224. FET 214 é um elemento de comutação FET de carga que forma uma parte do circuito de carga 260 que é controlado pelo microcontrolador 204 e/ou AFE 206 de BMU 202 usando a chave 218 para habilitar ou desabilitar carregar corrente na(s) célula(s) da bateria de íons de lítio 224, e FET 216 é um elemento de comutação FET de descarga que forma uma parte do circuito de descarga 262 que é controlado pelo microcontrolador 204 e/ou AFE 206 de BMU 202 usando a chave 220 para habilitar ou desabilitar corrente de descarga da(s) célula(s) da bateria 224. Conforme mostrado, diodos parasitas estão presente através da fonte e dreno de cada elemento de comutação FET, isto é, para conduzir a corrente de carga para a(s) célula(s) da bateria, quando o elemento de comutação FET de descarga 216 estiver aberto, e conduzir descarga de corrente da(s) célula(s) da bateria, quando o elemento de comutação FET 214 estiver aberto.

Durante operação normal do pacote da bateria, tan-

to o elemento de comutação FET de carga como de descarga 214 e 216 são colocados no estado fechado pelas respectivas chaves 218 e 220, e o conjunto de circuitos de detecção de tensão da célula 210 do AFE 206 monitora a tensão da(s) célula(s) da bateria 224. Se o conjunto de circuitos de detecção de tensão da célula 210 do AFE 206 detectar uma condição de sobretensão na bateria, BMU 202 abre o elemento de comutação FET de carga 214 para impedir carregamento adicional da(s) célula(s) da bateria até que a condição de sobretensão não esteja mais presente. Similarmente, se o conjunto de detecção de tensão da célula 210 de AFE 206 detectar uma condição de subtensão na bateria (ou sobredescarga), BMU 202 abre o elemento de comutação FET de descarga 216 para impedir descarregamento adicional da(s) célula(s) da bateria até que a condição de subtensão não esteja mais presente. BMU 202 pode também abrir o elemento de comutação FET de carga 214, quando o pacote da bateria estiver no modo de hibernação. Um resistor de detecção de corrente 212 está presente no conjunto de circuitos do pacote da bateria para permitir que o sensor de corrente 208 de AFE 206 monitore a corrente de carga na(s) célula(s) da bateria. Se o elemento de comutação FET de carga 214 supostamente estiver aberto (por exemplo, durante o modo de hibernação ou condição de sobretensão da bateria), mas corrente de carga for detectada, BMU 202 desabilita permanentemente o pacote da bateria estourando um fusível em linha 222 presente no conjunto de circuitos da bateria para abrir o conjunto de circuitos da bateria e impedir sobrecarga adicional.

Quando células de carga de bateria Li-ion e NiMH tiverem sido descarregadas até um certo nível de baixa tensão, elas não estão prontas para receber sua corrente de carga total, e têm que ser “pré-carregadas” a um nível de corrente muito mais baixo. Por exemplo, uma corrente de carga mínima típica de um carregador inteligente é 128 miliampères, que pode ser suficientemente baixo para pré-carregar algumas células de bateria NiMH. Entretanto, a corrente de pré-carga exigida para outros tipos de células de bateria pode ser muito mais baixa do que 128 miliampères. Para uma célula de bateria Li-ion típica, a corrente de pré-carga exigida é cerca de 20 miliampères ou menos por célula. Para fornecer a corrente de pré-carga exigida, o conjunto de circuito de pré-carga separado foi incorporado em um pacote da bateria para se obter o nível de corrente de pré-carga desejado, reduzindo-se a corrente de carga suprida por um aparelho de carregar bateria.

A Figura 2 ilustra o conjunto de pré-carga 250 que está presente no conjunto de circuitos de carga e descarga 270 para pré-carregar célula(s) da bateria 224, quando célula(s) da bateria 224 tiver(m) sido descarregada(s) até um nível de baixa tensão pré-determinado e não estiver(m) pronta(s) para receber sua corrente de carga total. Conforme mostrado, o conjunto de circuitos de pré-carga 250 inclui MOSFET 252, usado como uma chave, e um resistor 254 para limitar o nível de corrente de pré-carga a um valor de corrente muito mais baixo do que a corrente de carga provida pelo aparelho de carregar bateria 110. Durante o modo de pré-

carga, o microcontrolador 204 liga a chave MOSFET 252, quando o conjunto de detecção de tensão da célula 210 do AFE 206 detectar que a tensão da(s) célula(s) da bateria 224 está abaixo do nível de baixa tensão predeterminado e o nível de corrente de pré-carga é necessário. Durante o modo de pré-carga, BMU 202 também mantém o elemento de comutação FET de carga 214 no estado aberto para limitar a corrente de carga provida à(s) célula(s) da bateria 224 no nível de corrente de pré-carga inferior. Quando a tensão da(s) célula(s) da bateria 224 atingir o nível de baixa tensão predeterminado, BMU 202 desliga MOSFET 252 e fecha o elemento de comutação FET de carga 214 para permitir que a corrente de carga total seja provida à(s) célula(s) da bateria 224.

Conforme mostrado na Figura 2, o conjunto de circuitos de pré-carga 250 do sistema de bateria de íons de lítio convencional 120 exige provisão de componentes separados no sistema de bateria. Por motivos de segurança e custo, nenhum de tais componentes do conjunto de circuitos de pré-carga pode ser provido para alguns sistemas de bateria, tais como sistemas de bateria NiMH. Em tais sistemas, componentes do aparelho de carregar bateria são usados para regular o nível de corrente de pré-carga.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

São aqui divulgados sistemas e métodos para regular corrente de pré-carga em um sistema de bateria, tal como um sistema de bateria de um sistema de manipulação de informação. Os sistemas e métodos revelados podem vantajosamente ser configurados para regular o ciclo de serviço de corrente

de carga do sistema de bateria para regular o nível de corrente de pré-carga. Em uma modalidade, o microcontrolador de um sistema de bateria pode ser usado para ajustar o ciclo do serviço de comutação FET de carga do sistema de bateria (C-FET) na ausência de conjunto de circuitos de pré-carga separados (tal como o conjunto de circuitos de pré-carga 250 da Figura 2) e/ou sem a presença de conjunto de circuitos de pré-carga do aparelho de carregar bateria, atendendo ao mesmo tempo as exigências de pré-carga da célula da bateria, por exemplo, exigências de célula de bateria Li-ion. Em uma modalidade exemplar, um sistema de bateria para um sistema de manipulação de informação portátil, tal como um computador notebook, pode ser provido com a capacidade de regular o nível de corrente de pré-carga para célula(s) da bateria do sistema de bateria ajustando-se o ciclo de serviço da corrente de carga provido à(s) célula(s) da bateria, e sem a presença de componente de comutação MOSFET do conjunto de circuitos de pré-carga convencional. Assim, os sistemas e método divulgados podem vantajosamente ser implementados em uma modalidade para eliminar a necessidade de componentes do conjunto de circuito separados e reduzir o número de partes dentro do sistema de bateria, resultando em economias e custo e menos espaço exigido na placa de circuito impresso do sistema de bateria.

Em um aspecto, é aqui divulgado um método de carregar uma ou mais células de bateria de um sistema de bateria acoplado a um aparelho de carregar bateria: receber uma corrente de carga no sistema de bateria do aparelho de car-

regar bateria, a corrente de carga tendo um primeiro valor de corrente; ajustar o ciclo de serviço da corrente de carga recebido no sistema de bateria para produzir uma corrente de pré-carga com um segundo valor de corrente, o segundo valor
5 de corrente sendo menor do que o primeiro valor de corrente; e carregar a uma ou mais células de bateria do sistema de bateria provendo-se primeiramente a corrente de pré-carga com um segundo valor de corrente a uma ou mais células de bateria do sistema de bateria, e em seguida fornecer a cor-
10 rente de carga com o primeiro valor de corrente a uma ou mais células de bateria do sistema de bateria.

Em um outro aspecto, é aqui divulgado um sistema de bateria configurado para ser acoplado ao aparelho de carregar bateria, o sistema de bateria incluindo: uma ou mais
15 células de bateria; conjunto de circuitos de controle de corrente da bateria configurado para ser acoplado entre a aplicação de carga da bateria e uma ou mais células de bateria, o conjunto de circuitos de controle de corrente da bateria sendo configurado para receber uma corrente de carga
20 com um primeiro valor de corrente do aparelho de carregar bateria, e para controlar o fluxo de corrente de carga nas células de bateria proveniente do aparelho de carregar bateria; e um controlador do ciclo de serviço acoplado ao conjunto de circuitos de corrente da bateria, o controlador do
25 ciclo de serviço sendo configurado para controlar a operação do conjunto de circuitos de corrente da bateria de maneira a ajustar o ciclo de serviço da corrente de carga recebida do aparelho de carregar bateria para fornecer uma corrente de

pré-carga que é menor do que o primeiro valor de corrente. O controlador de ciclo de serviço pode ser adicionalmente configurado para primeiramente fornecer a corrente de pré-carga com um segundo valor de corrente a uma ou mais células de
5 bateria do sistema de bateria, e em seguida fornecer a corrente de carga com o primeiro valor de corrente a uma ou mais células de bateria do sistema de bateria.

Em um outro aspecto, é aqui divulgado um sistema de bateria para um sistema de manipulação de informação portátil configurado para ser acoplado a um aparelho de carregar
10 bateria, o sistema de bateria incluindo: uma ou mais células de bateria; um circuito de carga configurado para ser acoplado entre o aparelho de carregar bateria e a uma ou mais células de bateria, o circuito de carga incluindo um
15 elemento de comutação FET de carga e sendo configurado para receber uma corrente de carga com um primeiro valor de corrente do aparelho de carregar bateria; e uma unidade de gerenciamento da bateria (BMU) acoplada ao circuito de carga, a BMU incluindo um microcontrolador. A BMU pode ser configurada
20 para controlar a operação do elemento de comutação FET do circuito de carga de maneira a ajustar o ciclo de serviço da corrente de carga recebida do aparelho de carregamento da bateria para fornecer uma corrente de pré-carga com um segundo valor de corrente a uma ou mais células de bateria, o
25 segundo valor de corrente sendo menor do que o primeiro valor de corrente. A BMU pode ser adicionalmente configurada para primeiramente fornecer a corrente de pré-carga com um segundo valor de corrente a uma ou mais células de bateria

do sistema de bateria, quando a tensão de uma ou mais células de bateria do sistema de bateria ficar abaixo de um limite de baixa tensão, e em seguida fornecer a corrente de carta com o primeiro valor de corrente a uma ou mais células de bateria do sistema de bateria, quando a tensão da uma ou mais células de bateria do sistema de bateria atingir o limite de baixa tensão.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

A Figura 1 é um diagrama de blocos de um dispositivo eletrônico portátil e aparelho de carregar bateria convencionais.

A Figura 2 é um diagrama de blocos de um sistema de bateria de íons de lítio convencional.

A Figura 3 é um diagrama de blocos de um sistema de bateria de acordo com uma modalidade dos dispositivos e métodos revelados.

A Figura 4 é um diagrama de blocos de um sistema de bateria de acordo com uma modalidade dos sistemas e métodos revelados.

A Figura 5 é uma ilustração gráfica de sinal de controle em função do tempo de acordo com uma modalidade dos sistemas e métodos revelados.

DESCRIÇÃO DE MODALIDADES ILUSTRATIVAS

A Figura 3 mostra um sistema de bateria 320 de acordo com uma modalidade dos sistemas e métodos revelados. O sistema de bateria 320 pode ser configurado como uma fonte independente de corrente CC, ou pode ser provido como um componente permanente ou substitutível de um dispositivo

eletrônico portátil (por exemplo, pacote da bateria de um sistema de manipulação de informação portátil tal como um computador notebook). Além de computadores notebook, outros exemplos de tais dispositivos eletrônicos portáteis incluem, 5 mas sem limitações, dispositivos de telefone portáteis (por exemplo, telefones celulares, telefones sem fio, etc.) dispositivos assistentes digitais pessoais ("PDA"), aparelhos MP3, câmeras, periféricos de computador, etc. Além de dispositivos eletrônicos portáteis, entende-se que os sistemas e 10 métodos revelados podem ser implementados para acionar qualquer outro tipo de dispositivo eletrônico que seja pelo menos parcialmente acionado por bateria e que tenha conjunto de circuitos eletrônicos que seja acoplado para receber corrente de um sistema de bateria. A este respeito, os sistemas e métodos revelados podem ser vantajosamente implementados 15 em aplicações onde são empregadas baterias inteligentes.

Conforme mostrado na Figura 3, o sistema de bateria 320 inclui uma ou mais células de bateria 324 acopladas a terminais de bateria 312 e 314 que podem ser configurados 20 para ser acoplados a um aparelho de carregar bateria (não mostrado), tal como um aparelho de carregar bateria 110 da Figura 1. Entende-se que, quando o sistema de bateria 320 for provido como um componente integrado de um dispositivo eletrônico, um aparelho de carregar bateria correspondente 25 pode também ser provido como uma parte integrada do mesmo dispositivo eletrônico, ou pode ser provido com um dispositivo externo ao dispositivo eletrônico. Célula(s) da bateria 324 pode(m) ser de qualquer tipo de célula(s) da bateria re-

carregável(s), ou combinação destas, que seja adequada para recarga usando duas ou mais taxas de valores de corrente de carga. Exemplos de tais células de bateria incluem, mas sem limitações, células de bateria Li-ion, células de bateria 5 NiMH, células de bateria de níquel cádmio (NiCd), células de bateria de lítio-polímero (Li-polímero), etc.

O sistema de bateria 320 está também mostrado provido com conjunto de circuitos de controle de corrente da bateria 370 que está presente para controlar o fluxo de corrente de carga na(s) célula(s) da bateria 324 do sistema de 10 bateria 320, e que pode ser opcionalmente configurado para também controlar o fluxo de corrente de descarga da(s) célula(s) da bateria 324 do sistema de bateria 320. O conjunto de circuitos de controle de corrente da bateria 370 é acoplado a um controlador do ciclo de serviço 311 que controla 15 a operação do conjunto de circuitos de controle de corrente da bateria 370 (por exemplo, pelo sinal de controle ou outro método adequado) a fim de controlar o fluxo de corrente de carga da bateria (I_{CHARGE}) para a(s) célula(s) da bateria 324 20 de um aparelho de carregamento da bateria através dos terminais 312 e 314, de maneira a ajustar o ciclo de serviço da corrente de carga provido à(s) célula(s) da bateria 324. Está também presente um detector de tensão da(s) célula(s) da bateria 310 que é acoplado para monitorar a tensão da(s) diagrama de blocos 324 e suprir esta informação ao controlador 25 do ciclo de serviço 311. Deve-se entender que o controlador do ciclo de serviço 311 e o detector de tensão da célula da bateria 310 podem ser cada qual implementados usando qual-

quer configuração de conjunto de circuitos e/ou lógica de controle adequada para desempenhar as suas tarefas. Por exemplo, em uma modalidade, um ou mais recursos do conjunto de circuitos 311 e 310 podem ser implementados usando um
5 controlador (por exemplo, processador e suporte lógico inalterável associado) que é integral com o sistema de bateria 320, ou usando qualquer outra configuração de microcontrolador/microprocessador, suporte lógico inalterável e/ou suporte lógico que faça interface com o conjunto de circuitos/componentes do sistema de bateria. Além disso, embora
10 ilustrados como componentes separados, deve-se entender que as tarefas do controlador do ciclo de serviço 311 e o detector de tensão da célula da bateria 310 podem alternativamente ser realizadas por um único componente, ou podem ser realizadas por uma combinação de mais de dois componentes sepa-
15 rados.

Durante operação do sistema da Figura 3, o detector de tensão da(s) célula(s) da bateria 310 monitora a tensão da(s) diagrama de blocos 324 e supre esta informação ao
20 controlador do ciclo de serviço 311 (por exemplo, pelo sinal de controle ou outro método adequado). Por sua vez, o controlador do ciclo de serviço 311 usa esta informação de tensão monitorada para controlar a corrente de carga suprida à(s) célula(s) da bateria 324 através do conjunto de circuitos de controle de corrente da bateria 370. Em particular, o
25 controlador do ciclo de serviço 311 é configurado para pré-carregar célula(s) da bateria 324 controlando o ciclo de serviço da corrente de carga, quando a tensão da(s) célula(s)

la(s) da bateria 324 ficar abaixo de um limite de baixa tensão, e a(s) célula(s) da bateria 324 não estiverem prontas para receber sua corrente de carga total. Controlando-se o ciclo de serviço da corrente de carga, é possível que o controlador do ciclo de serviço 311 limite o nível da corrente de pré-carga a um ou mais valores de corrente mais baixos do que a corrente de carga total provida nos terminais 312 e 314 por um aparelho de carregar bateria. Quando a tensão da(s) célula(s) da bateria 324 atingir o limite de baixa tensão, o controlador do ciclo de serviço 311 aumenta o ciclo de serviço da corrente de carga até um ciclo de serviço mais alto, de maneira tal que mais corrente de carga seja provida à(s) célula(s) da bateria 324, por exemplo, para permitir que a corrente de carga total do aparelho de carregar bateria seja provida à(s) célula(s) da bateria 324.

Deve-se entender que o controlador do ciclo de serviço 311 pode ser configurado para controlar o conjunto de circuitos de controle de corrente da bateria 370 de uma maneira tal a fornecer um baixo nível de corrente de pré-carga do carregador à(s) célula(s) da bateria 324, quando a tensão na célula da bateria ficar abaixo de um limite de tensão, e fornecer corrente de carga total, quando a tensão na célula da bateria atingir ou exceder o limite de tensão. A este respeito, o controlador do ciclo de serviço 311 pode ser configurado para controlar o conjunto de circuitos de controle de corrente da bateria 370, de uma maneira tal a fornecer um baixo nível de corrente de pré-carga do carregador à(s) célula(s) da bateria 324 com base no limite de ten-

são da(s) célula(s) da bateria 324 (por exemplo, fornecer um nível de corrente de pré-carga para um pacote da bateria de 3 células em paralelo, fornecer um maior nível de corrente de pré-carga para um pacote da bateria de 4 células em paralelo, etc.).

A Figura 4 ilustra o sistema de bateria 320 da Figura 3 da maneira que pode ser implementado de acordo com uma modalidade exemplar dos sistemas e métodos revelados. Conforme mostrado nesta modalidade exemplar, funções do controlador do ciclo de serviço 311 e detector de tensão da célula da bateria 310 podem ser implementados por uma unidade de gerenciamento da bateria (BMU) 402 que é responsável pelo monitoramento da operação do sistema de bateria e pelo controle do conjunto de circuitos de controle de corrente da bateria 370, embora qualquer outra configuração adequada de conjunto de circuitos, processador(s) e/ou lógica de controle possa ser empregada em outras modalidades. Conforme mostrado na Figura 4, o BMU 402 inclui um circuito auxiliar analógico ("AFE") 406 e microcontrolador 404. O conjunto de circuitos de controle de corrente da bateria 370 inclui circuito de carga 460 e circuito de descarga 462 acoplados em série entre o terminal de carga da bateria 312 e a(s) célula(s) da bateria 324. O FET 414 é a um elemento de comutação FET de carga que forma uma parte do circuito de carga 460 que é controlado pelo microcontrolador 404 e/ou AFE 406 do BMU usando chave de circuito de carga 418 para habilitar e desabilitar corrente na(s) célula(s) da bateria 324, e FET 416 é um elemento de comutação FET de descarga que forma uma

parte do circuito de descarga 462 que é controlado pelo microcontrolador 404 e/ou AFE 406 de BMU usando chave de circuito de descarga 420 para habilitar ou desabilitar corrente de descarga da(s) célula(s) da bateria 224. Conforme mostrado, o sistema de bateria 320 também inclui terminais do barramento de dados do sistema de bateria 426, 428 para fornecer informação de estado da bateria, tal como tensão da bateria, aos terminais do barramento de dados correspondentes de um aparelho de carregar bateria.

10 Durante operação normal do pacote da bateria, tanto os elementos de comutação FET de carga como de descarga 414 e 416 são colocados no estado fechado pelas respectivas chaves 418 e 420, e o detector de tensão da célula 310 de AFE 406 monitora a tensão da(s) célula(s) da bateria 324. Se
15 o detector de tensão da célula 310 de AFE 406 detectar uma condição de sobretensão na bateria, BMU 302 abre o elemento de comutação FET de carga 414 para impedir carregamento adicional da(s) célula(s) da bateria, até que a condição de sobretensão não esteja mais presente. Similarmente, se o detector de tensão da célula 310 de AFE 406 detectar uma
20 condição de subtensão na bateria (ou sobredescarga), BMU 402 abre o elemento de comutação FET de descarga 416 para impedir descarga adicional da(s) célula(s) da bateria, até que a condição de subtensão não esteja mais presente. BMU 402 pode
25 também abrir o elemento de comutação FET de carga 414, quando o pacote da bateria estiver no modo de hibernação. Um resistor de detecção de corrente 414 está presente no conjunto de circuitos do pacote de bateria para permitir que o sensor

de corrente 308 de AFE 406 monitore a corrente de carga para a(s) célula(s) de bateria. Se o elemento de comutação FET de carga 414 supostamente estiver aberto (por exemplo, durante o modo de hibernação ou condição de sobrecarga da bateria) mas a corrente de carga é detectada, BMU 402 desabilita permanentemente o pacote da bateria estourando um fusível em linha opcional 422 presente no conjunto de circuitos da bateria para abrir o conjunto de circuitos do pacote da bateria e impedir sobrecarga adicional.

10 Quando os terminais 312, 314 do sistema de bateria 320 estiverem acoplados para receber corrente dos terminais correspondentes de um aparelho de carregar bateria, BMU 402 é configurado para entrar no modo de pré-carga, quando o detector de tensão da célula 310 do AFE 406 detectar que a
15 tensão da(s) célula(s) da bateria 324 está abaixo de um limite de baixa tensão, e um nível de corrente de pré-carga mais baixo é necessário. Durante o modo de pré-carga, o controlador do ciclo de serviço 311 de BMU 402 controla a chave 418 (por exemplo, usando sinal modulado pela largura do pulso)
20 so) de maneira a abrir e fechar intermitentemente o elemento de comutação FET 414 e fornecer uma corrente de pré-carga intermitente à(s) célula(s) da bateria 324 que fica abaixo do valor de corrente de carga total. Quando a tensão da(s) célula(s) da bateria 324 exceder o limite de baixa tensão,
25 BMU 402 fecha o elemento de comutação FET de carga 414 para permitir que a corrente de carga total seja constantemente provida à(s) célula(s) da bateria 324 até estar completamente carregada.

A Figura 5 ilustra a tensão do sinal de controle de corrente para a chave 418 em função do tempo, tanto para o modo de pré-carga como de carga total de acordo com uma modalidade exemplar dos sistemas e métodos revelados. Na modalidade ilustrada, corrente é provida à(s) célula(s) da bateria quando a tensão do sinal de controle de corrente for alto, ou tiver um valor de 1, e nenhuma corrente for provida à(s) célula(s) da bateria, quando a tensão do sinal de controle de corrente for baixo, ou tiver um valor de 0.

Referindo-se ainda à Figura 5, a corrente de carga é intermitentemente provida à(s) célula(s) da bateria 324 durante o modo de pré-carga 502. Conforme mostrado para esta modalidade ilustrada, cada pulso de corrente tem substancialmente o mesmo nível de corrente que os outros pulsos de corrente. Durante o modo de pré-carga 502, o ciclo de serviço de corrente de pré-carga é representado por $t_1/(t_1+t_2)$, com t_1 representando o tempo que a corrente está ligada, e t_2 representando o tempo em que a corrente está desligada. Conforme ilustrado adicionalmente na Figura 5, a corrente de carga fica constante (100 % do ciclo de serviço) uma vez que a tensão da(s) célula(s) da bateria 324 atinge o limite de baixa tensão. A este respeito, um ciclo de serviço de 100 % pode ser usado para fornecer o valor total de corrente de carga de um aparelho de carregar bateria a(s) célula(s) da bateria 324 (por exemplo, sempre que uma situação ditar que é necessário ou desejável corrente de carga total). Entende-se também que um ciclo de serviço de 0 % pode ser usado em uma modalidade para interromper ou terminar o fluxo de cor-

rente de carga.

Com relação às modalidades da Figura 3 e 4, entende-se que o limite de baixa tensão predeterminado que é usado para iniciar o modo de pré-carga pode variar de forma a se adequar às necessidades de implementação de um dado sistema de bateria (por exemplo, tipo de bateria, número de células, tipo de aparelho de carregar bateria, etc.). Similarmente, o nível de corrente de pré-carga e valores do ciclo de serviço podem também ser determinados de forma a atender as necessidades de uma dada implementação do sistema de bateria.

Por exemplo, em uma modalidade exemplar para um sistema de bateria Li-ion (por exemplo, pacote da bateria 3S de 7,5 V com três células de 2,5 volts, ou pacote da bateria 3S de 9 V com três células de 3 volts), um limite de baixa tensão predeterminado de cerca de 2,5 a cerca de 3 volts pode ser usado como o limite entre os modos de corrente de pré-carga e de corrente de carga total. Similarmente, metodologia de limite de baixa tensão pode ser aplicada a outras configurações de bateria, por exemplo, pacotes de bateria 4S com 4 células, etc. O valor da corrente de carga total a ser provido à(s) célula(s) da bateria do sistema de bateria pode ser determinado multiplicando o número de células de bateria pelo relacionamento $0,5c$, onde c é a capacidade nominal por célula. O valor de c pode variar com base no tipo de bateria, mas, para células de bateria Li-ion desta modalidade pode ter um valor de cerca de 2.200 a cerca de 2.400 miliampères/hora/célula. Assim, para um sistema de bateria Li-ion

com três células e uma capacidade nominal (c) de cerca de 2.200 miliamperes/hora/célula, corrente de carga total pode ser determinada em cerca de 3,3 amperes. Para a mesma modalidade de sistema de bateria Li-ion, a corrente de pré-carga
 5 pode ser determinada multiplicando o número de células de bateria por um valor de cerca de 20 a cerca de 50 miliamperes/célula. Assim, usando um valor de 50 miliamperes/célula para um sistema de bateria Li-ion com duas células acopladas em paralelo, a corrente de pré-carga pode ser determinada em
 10 cerca de 100 miliamperes.

O ciclo de serviço apropriado exigido para dar o nível de corrente de pré-carga desejado pode ser determinado com base no nível desejado de corrente de pré-carga (por exemplo, determinado de acordo com o exposto) e a corrente
 15 disponível provida pelo aparelho de carregar bateria. Por exemplo, em uma modalidade exemplar, um aparelho de carregar bateria configurado para carregar sistemas de bateria Li-ion pode ter uma taxa de carregamento de cerca de 150 amperes. Em uma outra modalidade exemplar, um aparelho de carregar bateria pode ter uma taxa de corrente mais baixa (pré-carga) de
 20 cerca de 128 miliamperes, que pode ser provida quando necessário, por exemplo, mediante o sinal recebido do microcontrolador 404 pelos terminais do barramento de dados do sistema de bateria 426, 428. De qualquer maneira, o ciclo de
 25 serviço de pré-carga pode ser ajustado para entregar a corrente de pré-carga desejada à(s) célula(s) da bateria 324 com base na corrente provida pelo aparelho de carregar bateria nos terminais 312, 314. Por exemplo, dada uma corrente

de pré-carga desejada de 100 miliamperes e uma corrente de cerca de 150 miliamperes provida por um aparelho de carregar bateria, um ciclo de serviço de cerca de 66 % pode ser implementado pelo controlador do ciclo de serviço 311 do microcontrolador 404. Em uma modalidade exemplar, um único valor de ciclo de serviço entre 0 % e 100 % pode ser empregado para dar o nível de corrente de pré-carga desejado para um pacote da bateria (por exemplo, com 3 a 4 células).

O ciclo de serviço apropriado exigido para dar o nível de corrente de pré-carga desejado pode também variar com base no número de células de bateria em um dado pacote da bateria. Por exemplo, para um pacote da bateria Li-ion com 2 grupos de células de bateria em paralelo e 3 grupos de células de bateria em série, um ciclo de serviço pode ser selecionado em cerca de 31 % para entregar uma corrente de pré-carga total de cerca de 40 miliamperes às células de bateria, dado que a corrente de carga total que a corrente de carga supriu de um aparelho de carregar bateria é cerca de 128 miliamperes. Para um pacote da bateria Li-ion com 3 grupos de células de bateria em paralelo e 3 grupos de células de bateria em série, um ciclo de serviço pode ser selecionado em cerca de 47 % para entregar uma corrente de pré-carga total de 60 miliamperes às células de bateria.

Na prática dos sistemas e métodos revelados, o ciclo de serviço de pré-carga do controlador do ciclo de serviço 311 pode ser qualquer frequência adequada para fornecer o nível de corrente de pré-carga desejado à(s) célula(s) da bateria 324. Entretanto, em uma modalidade exemplar, a fre-

qüência do ciclo de serviço pode ser selecionada para ser maior (por exemplo, maior ou igual a cerca de 2 vezes, alternativamente de cerca de 2 vezes a cerca de 5 vezes maior) do que a taxa de amostragem do sensor de corrente 308 de AFE 5 406 para aumentar a precisão da corrente amostrada pelo sensor de corrente. Por exemplo, dada uma taxa de amostragem do sensor de corrente de cerca de 250 mili-segundos ou 4 hertz, um ciclo de serviço de pelo menos cerca de 8 hertz (125 mili-segundos), alternativamente de cerca de 8 hertz (125 mili-segundos) a cerca de 20 hertz (50 mili-segundos), pode 10 ser empregado para garantir medição precisa de corrente pelo sensor de corrente 308.

Com propósitos desta revelação, um sistema de manipulação de informação pode incluir qualquer conjunto de 15 instrumentos ou agregados do conjunto de instrumentos operáveis para computar, classificar, processar, transmitir, receber, recuperar, originar, comutar, armazenar, exibir, manifestar, detectar, registrar, reproduzir, tratar ou utilizar qualquer forma de informação, inteligência, ou dados com 20 propósitos comerciais, científicos, de controle ou outros mais. Por exemplo, um sistema de manipulação de informação pode ser um computador pessoal, um dispositivo de armazenamento de rede ou qualquer outro dispositivo adequado e pode variar de tamanho, forma, desempenho, funcionalidade e preço. O sistema de manipulação de informação pode incluir 25 memória de acesso aleatório (RAM), um ou mais recursos de processamento, tais como uma unidade de processamento central (CPU) ou lógica de controle de hardware ou suporte lógico,

ROM e outros tipos de memória não volátil. Componentes adicionais do sistema de manipulação de informação podem incluir uma ou mais unidades de disco, uma ou mais portas de rede para comunicar com dispositivos externos, bem como vários dispositivos de entrada e saída (I/O), tais como um teclado, um mouse e uma exibição de vídeo. O sistema de manipulação de informação pode também incluir um ou mais barramentos operáveis para transmitir comunicação entre os vários componentes de hardware.

Embora a invenção possa ser adaptada a várias modificações e formas alternativas, modalidades específicas foram mostradas a título de exemplo e aqui descritas. Entretanto, deve-se entender que a invenção não deve ser limitada às formas particulares reveladas. Em vez disso, a invenção deve cobrir todas as modificações, equivalentes e alternativas que se enquadrem no espírito e escopo da invenção definido pelas reivindicações anexas. Além disso, os diferentes aspectos dos sistemas e métodos revelados podem ser utilizados em várias combinações e/ou independentemente. Assim, a invenção não está limitada apenas a essas combinações aqui mostradas, mas, em vez disso, pode incluir outras combinações.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para carregar uma ou mais células de bateria (224, 324) de um sistema de bateria (120) acoplado a um aparelho de carregar bateria, **CARACTERIZADO** pelo fato de
5 que compreende:

receber uma corrente de carga no dito sistema de bateria (120) do dito aparelho de carregar bateria, a dita corrente de carga tendo um primeiro valor de corrente;

ajustar o ciclo de serviço da dita corrente de
10 carga recebida no dito sistema de bateria (120) para produzir uma corrente de pré-carga com um segundo valor de corrente, o dito segundo valor de corrente sendo menor do que o dito primeiro valor de corrente; e

carregar a dita uma ou mais células de bateria
15 (224, 324) do sistema de bateria (120) provendo-se, primeiramente, a dita corrente de pré-carga com um segundo valor de corrente à dita uma ou mais células de bateria (224, 324) do dito sistema de bateria (120), e em seguida fornecer a dita corrente de carga com o dito primeiro valor de corrente
20 à dita uma ou mais células de bateria (224, 324) do dito sistema de bateria (120).

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente prover a dita corrente de pré-carga com um segundo valor de
25 corrente à dita uma ou mais células de bateria (224, 324) do dito sistema de bateria (120), quando a tensão da dita uma ou mais células de bateria (224, 324) do dito sistema de bateria (120) ficar abaixo de um limite de baixa tensão; e

prover a dita corrente de carga com o dito primeiro valor de corrente à dita uma ou mais células de bateria (224, 324) do dito sistema de bateria (120), quando uma tensão da dita uma ou mais células de bateria (224, 324) do dito sistema de bateria (120) ficar igual ou acima do dito limite de baixa tensão.

3. Método, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o sistema de bateria (120) compreende um pacote da bateria de um sistema de manipulação de informação portátil (100).

4. Método, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita uma ou mais células de bateria (224, 324) do dito sistema de bateria (120) compreendem células de bateria (224, 324) Li-ion ou NiMH.

5. Método, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito sistema de bateria (120) compreende:

um conjunto de circuitos de controle de corrente da bateria acoplado entre o dito aparelho de carregar bateria e a dita uma ou mais células de bateria (224, 324), o dito conjunto de circuitos de controle de corrente da bateria incluindo um circuito de carga que tem um elemento de comutação (214) FET de carga;

uma unidade de gerenciamento de bateria (BMU) que inclui um microcontrolador e um conjunto de circuitos auxiliar analógico (AFE), a dita BMU sendo acoplada no dito conjunto de circuitos de controle de corrente da bateria e sendo configurado para controlar o dito elemento de comutação

(214) FET de carga, e o dito AFE sendo acoplado na dita uma ou mais células de bateria (224, 324) e sendo configurado para monitorar a dita tensão da dita uma ou mais células de bateria (224, 324); e

5 em que o dito método compreende adicionalmente:

 usar a dita BMU para ajustar o ciclo de serviço da dita corrente de carga recebida no dito sistema de bateria (120) controlando o dito elemento de comutação (214) FET de carga para produzir a dita corrente de pré-carga com o dito
10 segundo valor de corrente para fornecer a dita corrente de pré-carga à dita uma ou mais células de bateria (224, 324) do dito sistema de bateria (120), quando a dita tensão da dita uma ou mais células de bateria (224, 324) o dito sistema de bateria (120) monitorado pelo dito AFE ficar abaixo do
15 dito limite de baixa tensão, e

 usar o dito BMU para ajustar o ciclo de serviço da dita corrente de carga recebida no dito sistema de bateria (120) controlando o dito elemento de comutação (214) FET de carga para fornecer a dita corrente de carga com o dito pri-
20 meiro valor de corrente à dita uma ou mais células de bateria (224, 324) do dito sistema de bateria (120), quando a dita tensão da dita uma ou mais células de bateria (224, 324) do dito sistema de bateria (120) monitorado pelo dito AFE atingir o dito limite de baixa tensão.

25 6. Método, de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito sistema de bateria (120) compreende um pacote da bateria de um sistema de manipulação de informação portátil (100).

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita uma ou mais células de bateria (224, 324) do dito sistema de bateria (120) compreende células de bateria (224, 324) Li-ion ou NiMH.

5 8. Método, de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito AFE é adicionalmente acoplado para monitorar corrente provida à dita uma ou mais células de bateria (224, 324) ou da dita uma ou mais células de bateria (224, 324); e em que um ciclo de serviço da dita
10 corrente de pré-carga é maior do que a taxa de amostragem de monitoramento de corrente do dito AFE.

9. Método, de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que uma frequência do dito ciclo de serviço é maior ou igual a cerca de 2 vezes a taxa de
15 amostragem de monitoramento de corrente do dito AFE.

10. Sistema de bateria (120) configurado para ser acoplado a um aparelho de carregar bateria, compreendendo:

uma ou mais células de bateria (224, 324);

um conjunto de circuitos de controle de corrente
20 da bateria configurado para ser acoplado entre o dito aparelho de carregar bateria e a dita uma ou mais células de bateria (224, 324);

o dito sistema de bateria (120) sendo **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente:

25 o dito conjunto de circuitos de controle de corrente da bateria sendo configurado para receber uma corrente de carga com um primeiro valor de corrente do dito aparelho de carregar bateria, e para controlar o fluxo da dita cor-

rente de carga nas ditas células de bateria (224, 324) proveniente do dito aparelho de carregar bateria; e

um controlador do ciclo de serviço (311) acoplado no dito conjunto de circuitos de controle de corrente da bateria, o dito controlador do ciclo de serviço (311) sendo configurado para controlar a operação do dito conjunto de circuitos de corrente da bateria de maneira a ajustar um ciclo de serviço da dita corrente de carga recebida do dito aparelho de carregar bateria para fornecer uma corrente de pré-carga com um segundo valor de corrente à dita uma ou mais células de bateria (224, 324), o dito segundo valor de corrente sendo menor do que o dito primeiro valor de corrente;

em que o dito controlador do ciclo de serviço (311) é adicionalmente configurado para primeiramente fornecer a dita corrente de pré-carga com um segundo valor de corrente à dita uma ou mais células de bateria (224, 324) do dito sistema de bateria (120), e em seguida fornecer a dita corrente de carga com o dito primeiro valor de corrente às ditas uma ou mais células de bateria (224, 324) do dito sistema de bateria (120).

11. Sistema de bateria (120), de acordo com a reivindicação 10, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito controlador do ciclo de serviço (311) é adicionalmente configurado para fornecer a dita corrente de pré-carga com um segundo valor de corrente à dita uma ou mais células de bateria (224, 324) do dito sistema de bateria (120), quando uma tensão da dita uma ou mais células de bateria (224, 324) do di-

to sistema de bateria (120) ficar abaixo de um limite de baixa tensão; e fornecer a dita corrente de carga com o dito primeiro valor de corrente à dita uma ou mais células de bateria (224, 324) do dito sistema de bateria (120), quando
5 uma tensão da dita uma ou mais células de bateria (224, 324) do dito sistema de bateria (120) atingir o dito limite de baixa tensão.

12. Sistema de bateria (120), de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADO** adicionalmente pelo fato de que
10 compreende um detector de tensão da célula da bateria (310) acoplado para monitorar a tensão da dita uma ou mais células de bateria (224, 324), e acoplado para fornecer um sinal representativo da dita tensão monitorada ao dito controlador do ciclo de serviço (311).

15 13. Sistema de bateria (120), de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito conjunto de circuitos de controle de corrente da bateria compreende um circuito de carga que tem um elemento de comutação (214) FET de carga; em que o dito controlador do ciclo de
20 serviço (311) compreende um microcontrolador de uma unidade de gerenciamento da bateria (BMU) (202); e em que o dito detector de tensão da bateria compreende um circuito auxiliar analógico (AFE) (206) do dito BMU.

14. Sistema de bateria (120), de acordo com a reivindicação 10, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito sistema
25 de bateria (120) compreende um pacote da bateria de um sistema de manipulação de informação portátil (100).

15. Sistema de bateria (120), de acordo com a rei-

vindicação 14, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita uma ou mais células de bateria (224, 324) do dito sistema de bateria (120) compreende células de bateria (224, 324) Ni-ion ou NiMH.

5 16. Sistema de bateria (120) para um sistema de manipulação de informação portátil (100) configurado para ser acoplado a um aparelho de carregar bateria (110) compreendendo:

uma ou mais células de bateria (224, 324);

10 um circuito de carga configurado para ser acoplado entre o dito aparelho de carregar bateria (110) e a dita uma ou mais células de bateria (224, 324);

o dito sistema de bateria (120) sendo **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente:

15 em que o dito circuito de carga compreendendo um elemento de comutação (214) FET de carga e sendo configurado para receber uma corrente de carga com um primeiro valor de corrente do dito aparelho de carregar bateria (110); e

uma unidade de gerenciamento da bateria (BMU) (202) acoplada no dito circuito de carga, a dita BMU compreendendo um microcontrolador;

25 em que a dita BMU é configurada para controlar a operação do dito elemento de comutação (214) FET de carga do dito circuito de carga de maneira a ajustar o ciclo de serviço da dita corrente de carga recebida do dito aparelho de carregar bateria (110) para fornecer uma corrente de pré-carga com um segundo valor de corrente à dita uma ou mais células de bateria (224, 324), o dito segundo valor de cor-

rente sendo menor do que o dito primeiro valor de corrente;
e

em que a dita BMU é adicionalmente configurada para primeiramente fornecer a dita corrente de pré-carga com
5 um segundo valor de corrente à dita uma ou mais células de
bateria (224, 324) do dito sistema de bateria (120), quando
uma tensão da dita uma ou mais células de bateria (224, 324)
do dito sistema de bateria (120) ficar abaixo de um limite
de baixa tensão, e em seguida fornecer a dita corrente de
10 carga com o dito primeiro valor de corrente à dita uma ou
mais células de bateria (224, 324) do dito sistema de bateria (120), quando uma tensão da dita uma ou mais células de
bateria (224, 324) do dito sistema de bateria (120) atingir
o dito limite de baixa tensão.

15 17. Sistema de bateria (120), de acordo com a reivindicação 16, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita BMU compreende adicionalmente um circuito auxiliar analógico (AFE) (206) acoplado para monitorar a dita tensão da dita uma ou mais células de bateria (224, 324).

20 18. Sistema de bateria (120), de acordo com a reivindicação 17, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito AFE compreende adicionalmente um sensor de corrente (208) acoplado para monitorar corrente provida à dita uma ou mais células de bateria (224, 324) ou da dita uma ou mais células
25 de bateria (224, 324); e em que uma frequência do dito ciclo de serviço é maior do que a taxa de amostragem do dito sensor de corrente (208).

19. Sistema de bateria (120), de acordo com a rei-

vindicação 16, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a dita uma ou mais células de bateria (224, 324) do dito sistema de bateria (120) compreendem células de bateria (224, 324) Li-ion ou NiMH.

- 5 20. Sistema de bateria (120), de acordo com a reivindicação 18, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que uma frequência do dito ciclo de serviço é maior ou igual a cerca de 2 vezes a taxa de amostragem do dito sensor de corrente (208).

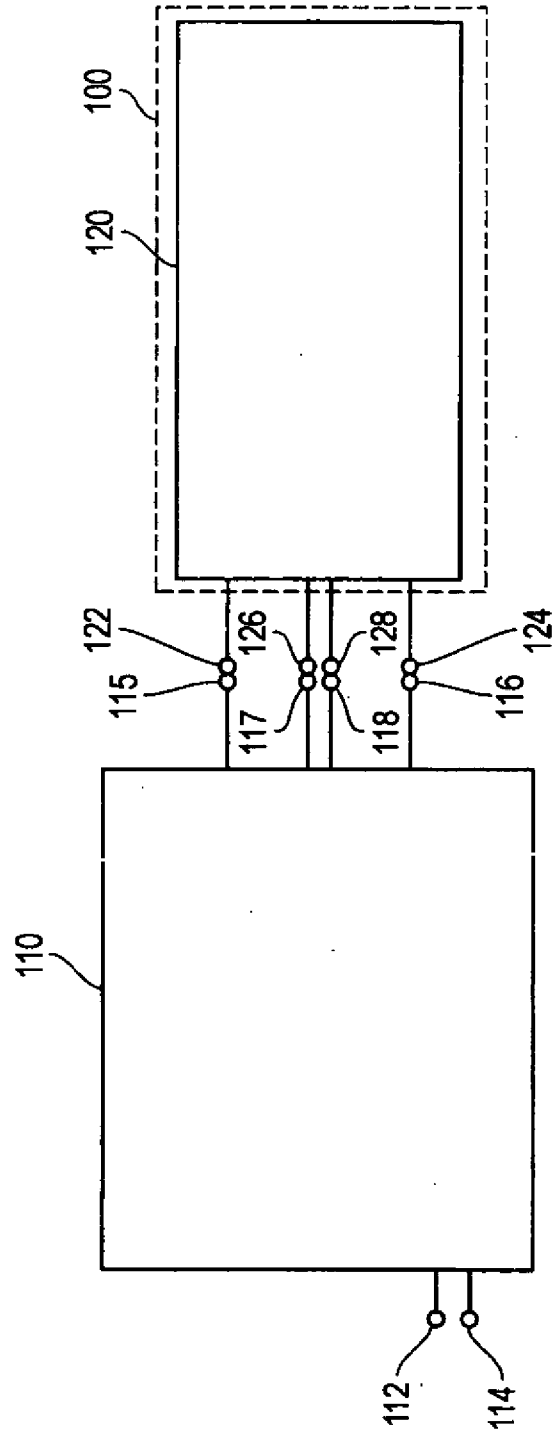
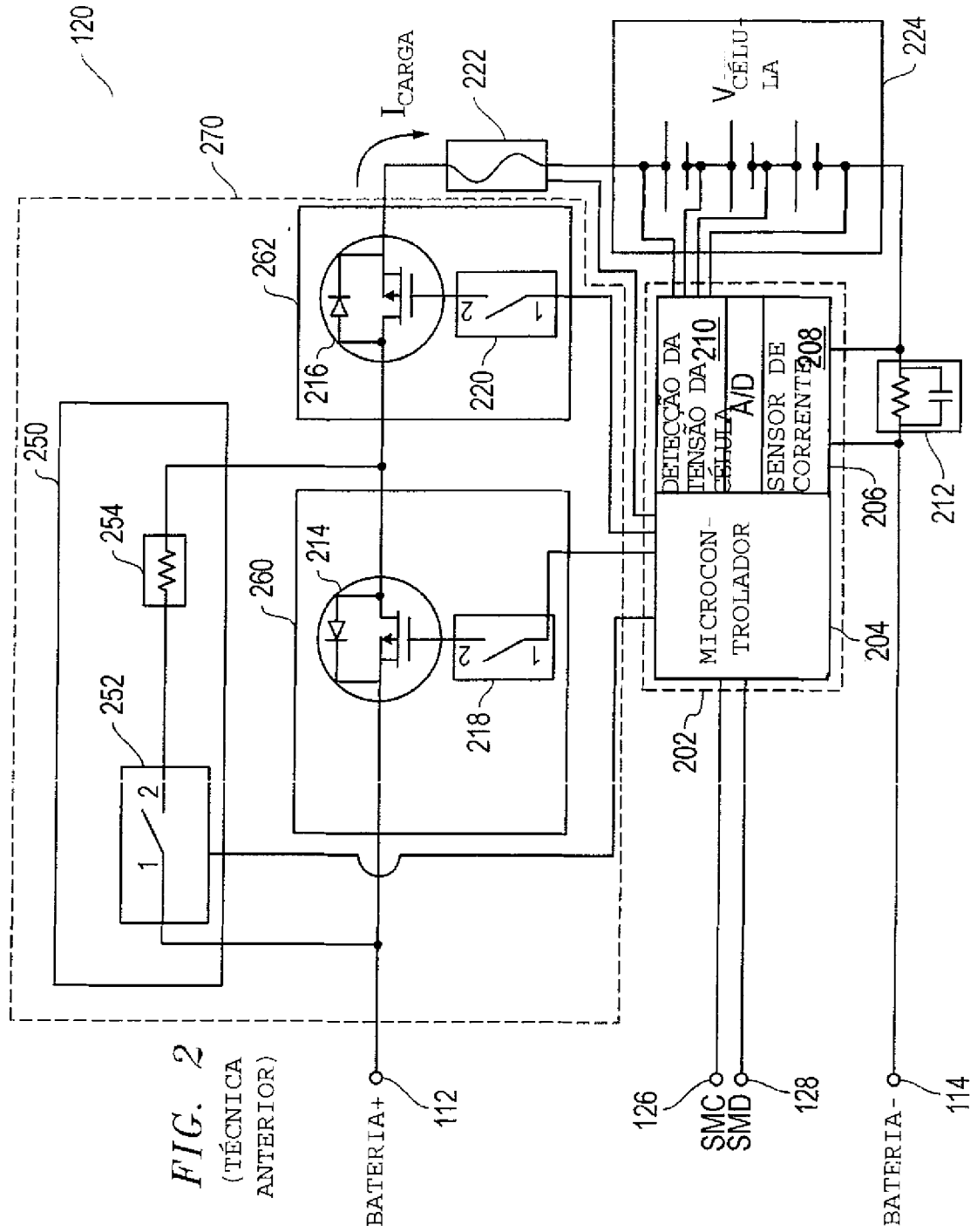


FIG. 1
(Prior Art)



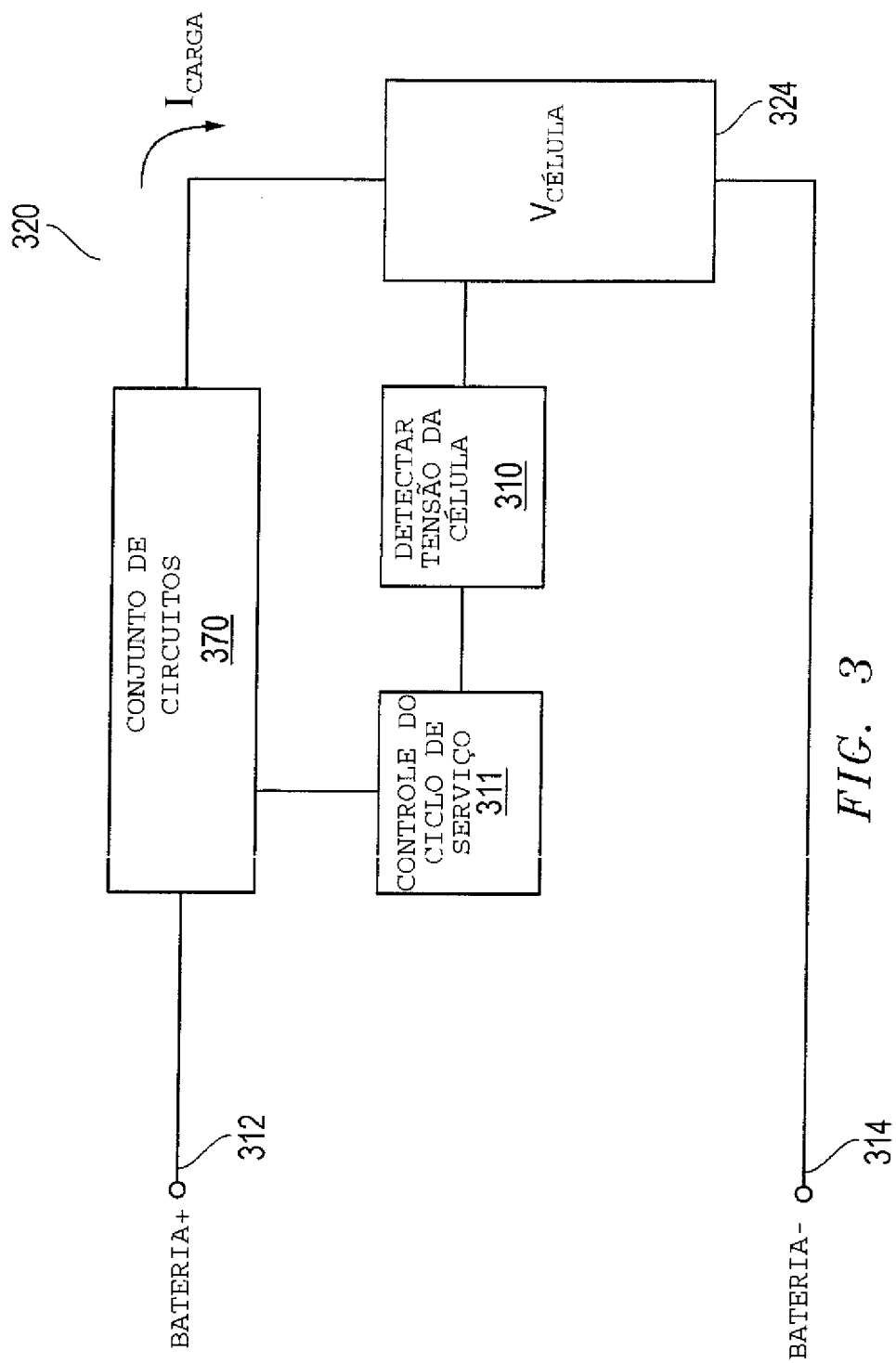
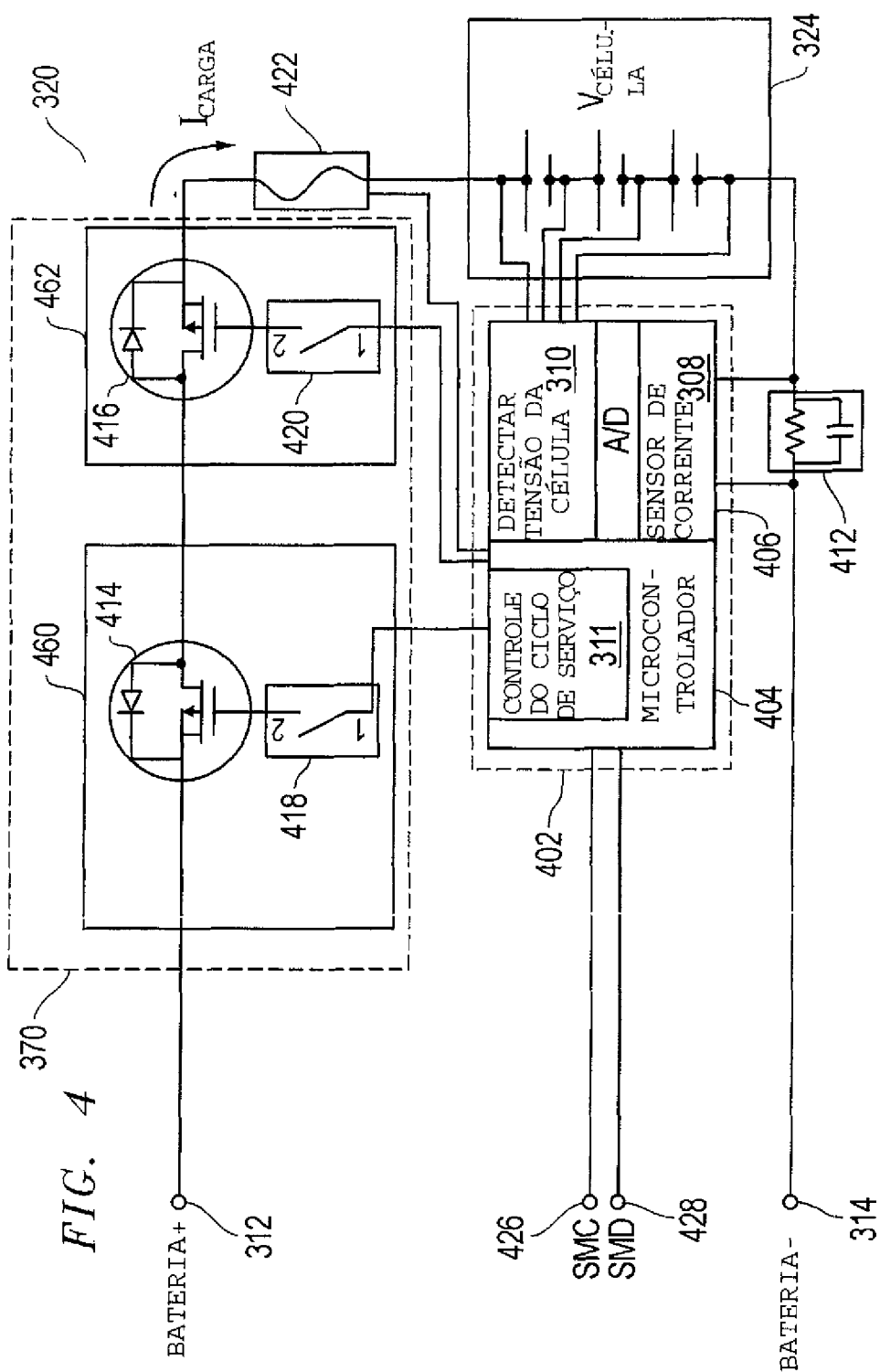


FIG. 3



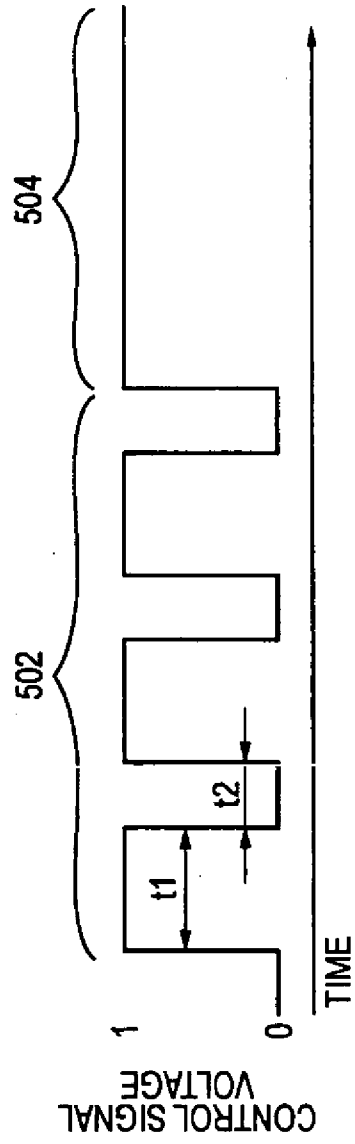


FIG. 5