



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

(11) PI 0309149-0 B1

(22) Data do Depósito: 09/04/2003

(45) Data de Concessão: 03/10/2017



* B R P I 0 3 0 9 1 4 9 B 1 *

(54) Título: FONTE DE ENERGIA DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL E MÉTODO PARA OPERAR UMA FONTE DE ENERGIA DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL

(51) Int.Cl.: H01M 8/00; H01M 8/04; H01M 8/12; H01M 8/18

(30) Prioridade Unionista: 12/04/2002 US 10/121.362

(73) Titular(es): GOOGLE TECHNOLOGY HOLDINGS LLC

(72) Inventor(es): STEVEN D. PRATT; SIVAKUMAR MUTHUSWAMY; RONALD J. KELLEY; ROBERT W. PENNISI

**FONTE DE ENERGIA DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL E MÉTODO PARA
OPERAR UMA FONTE DE ENERGIA DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL
FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO**

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] Esta invenção relaciona-se genericamente a fontes de energia de células de combustível e, mais particularmente, a um método e um sistema para operar uma fonte de energia de célula de combustível.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA RELACIONADA

[002] Nos anos recentes, à medida que a portabilidade aumentou em popularidade, os projetistas de dispositivos eletrônicos continuam a reduzir a dimensão e o peso dos dispositivos. Essas reduções foram tornadas possíveis, em parte, pelo desenvolvimento de novas químicas para baterias como a de níquel-metal híbrido, de íon de lítio, de zinco-ar e de polímero de lítio, que permitem que quantidades maiores de energia sejam embaladas em uma embalagem menor. Baterias secundárias ou recarregáveis precisam ser recarregadas quando do esgotamento de sua capacidade elétrica. A recarga é tipicamente efetuada ao conectar a bateria a um carregador de bateria que converte corrente alternada em corrente direta de baixo nível de 2 a 12 volts. O ciclo de carregamento dura um mínimo de uma a duas horas, e mais comumente dura de 4 a 14 horas. Uma restrição da tecnologia de bateria atual é a necessidade de regimes de carregamento sofisticados e as lentas velocidades de carregamento.

[003] Espera-se que as células de combustível sejam a próxima fonte principal de energia para produtos eletrônicos portáteis. As células de combustível convertem,

de forma catalítica, moléculas de hidrogênio em íons e elétrons de hidrogênio, e depois extraem os elétrons através de uma membrana como energia elétrica, enquanto oxidam os íons de hidrogênio para H_2O e extraem o subproduto água. Uma vantagem das células de combustível é a capacidade de fornecer quantidades significativamente maiores de energia em um pacote pequeno, quando comparada com a bateria convencional. Sua capacidade potencial de fornecer longos tempos de fala e de tempos de reserva em aplicações de dispositivos de comunicação portátil estão motivando a miniaturização continuada de tecnologias de células de combustível. Por exemplo, as células de combustível de Membrana Eletrolítica de Polímero (PEM) com base em células de combustível com respiração aérea e extremidade morta são idealmente adequadas para acionar dispositivos de comunicação portáteis e outros dispositivos eletrônicos portáteis.

[004] No caso de um dispositivo eletrônico acionado por bateria convencional, as características operacionais e o padrão de utilização do dispositivo eletrônico não causam impactos significativos na eficiência, na confiabilidade ou na vida útil da bateria. Por outro lado, quando um sistema de célula de combustível é utilizado como a fonte de energia de um dispositivo eletrônico, muitas das características fundamentais físicas, eletroquímicas e elétricas do sistema de célula de combustível são alteradas, quer permanente ou temporariamente pelo padrão de utilização do dispositivo eletrônico (carga). Esta alteração das características do sistema de célula de combustível tem um impacto direto sobre o desempenho e a

vida útil da fonte de energia de célula de combustível. A dinâmica média e os padrões de carga de pico do dispositivo eletrônico também afetam o consumo de energia e a eficiência de conversão do sistema de célula de combustível. A atual geração de dispositivos digitais, e eletrônicos multi-funcionais possui ciclos de trabalho variáveis que consistem de picos acentuados de energia de curta duração seguido de períodos mais longos de baixa necessidade de energia. A otimização de uma fonte de energia de célula de combustível para esta classe de dispositivos eletrônicos é um processo complicado que envolve manter o acompanhamento dos padrões de utilização do usuário individual, dos requisitos de energia dinâmica do próprio dispositivo eletrônico, e das características operacionais do sistema de célula de combustível.

[005] A tecnologia atual defronta alguns aspectos deste problema enquanto ele se relaciona com os veículos automotivos que utilizam uma fonte de energia híbrida que consiste de uma bateria e de um sistema de célula de combustível. Por exemplo, a Patente US 6.321.145 emitida em 20 de novembro de 2001 para Rajashekara, sob o título "Method and apparatus for a fuel cell propulsion system" ensina um método para utilizar seletivamente energia quer da bateria ou do sistema de célula de combustível, dependendo do contexto operacional atual do veículo. Métodos e aparelhos similares também foram descritos na Patente dos US 5.808.448, emitida em 15 de setembro de 1998 para Naito, e intitulada "Method and apparatus for operating an electric vehicle having a hybrid battery".

[006] Embora os métodos da tecnologia atual defrontam

o problema do compartilhamento de carga entre uma célula de combustível e uma bateria enquanto elas se relacionam a fontes de energia híbrida, elas não defrontam a questão cerne de otimizar o desempenho operacional de uma fonte de energia de célula de combustível com base nos requisitos de energia dinâmica do dispositivo eletrônico. Além disso, esses esquemas também não prevêm os efeitos de desempenho do perfil de utilização da carga do dispositivo em uma fonte de energia com base na célula de combustível.

[007] Assim, o que é necessário é um método e aparelho que leva em consideração e equilibra as características de energia do sistema de célula de combustível, os requisitos de carga dinâmica do dispositivo eletrônico e o perfil de utilização de um ou mais usuário do dispositivo para a utilização do sistema de célula de combustível como fonte de energia para uma ampla gama de dispositivos de carga.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[008] A presente invenção será descrita por meio de versões exemplares, mas não limitações, ilustradas nos desenhos acompanhantes em que referências iguais denotam elementos similares, e em que:

As Figuras 1 a 3 ilustram diagramas de blocos de várias versões de uma fonte de energia de célula de combustível de acordo com a presente invenção; e

A Figura 4 ilustra um diagrama de fluxo de processo da operação de uma fonte de energia de célula de combustível de acordo com uma versão preferida da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA VERSÃO PREFERIDA

[009] Como é necessário, versões detalhadas da presente invenção são aqui reveladas; entretanto, deve-se

compreender que as versões reveladas são meramente exemplares da invenção, que poderá ser incorporada de várias formas. Portanto, os detalhes estruturais e funcionais específicos aqui revelados não devem ser interpretados como limitativos, mas meramente como uma base para as reivindicações e como uma base representativa para ensinar alguém de habilidade na técnica para empregar de modo variado a presente invenção em virtualmente qualquer estrutura apropriadamente detalhada. Ainda, não se pretende que os termos e frases aqui utilizados sejam limitativos; mas, em vez disso, fornecem uma descrição compreensível da invenção.

[0010] São descritos aqui um aparelho e um método para operar eficientemente uma fonte de energia de célula de combustível para um dispositivo de carga. O método e o aparelho equilibram três elementos principais que afetam o comportamento operacional de uma fonte de energia de célula de combustível. Os requisitos de carga dinâmica do dispositivo de carga e um ou mais perfis de utilização do usuário do dispositivo que, juntos, são denominados fontes de informação funcional de energia, compõem os primeiros dois elementos, enquanto as características de energia do sistema de célula de combustível compõem o terceiro elemento. O método de operar eficientemente a fonte de energia de célula de combustível envolve capturar o perfil de utilização de um ou mais usuários do dispositivo do dispositivo de carga por um período de tempo, converter cada perfil de utilização em requisitos de energia efetivos do dispositivo de carga com base nos requisitos de carga dinâmica do dispositivo, e selecionar os parâmetros

operacionais do sistema de célula de combustível com base nos requisitos de carga calculados do dispositivo de carga.

[0011] A relação corrente-voltagem (I-V) das fontes de energia da célula de combustível é significativamente diferente daquela das fontes de energia de célula química tradicional como íon de lítio, polímero de lítio, níquel-metal híbrido de e baterias de níquel cádmio. A conversão de energia e a eficiência de utilização de combustível de uma célula de combustível estão intimamente relacionadas com seu ponto de operação na curva I-V. Nas fontes de energia da célula de combustível, os aspectos de armazenamento de energia e de conversão de energia são desacoplados. A operação ótima da fonte de energia de célula de combustível depende não apenas na eficiência de conversão teórica da célula de combustível mas também dos padrões de carga da energia externa. Para os dispositivos acionados por célula de combustível, diferenças aparentemente pequenas nos perfis de utilização podem ter um impacto significativo na utilização do combustível e na eficiência de conversão do sistema como um todo. Para exemplificar, vamos considerar dois usuários de telefones celulares, o Usuário A e o Usuário B. Ambos os usuários tipicamente utilizam seus telefones por oito horas a cada dia. Nessas oito horas, cada telefone de usuário transmite por duas horas e fica à disposição por seis horas. O Usuário A tende a ter conversas telefônicas compridas, seguidas de longos repousos. O Usuário B, por outro lado, faz várias chamadas por todo o dia, cada uma delas durando apenas alguns poucos minutos, com pouco repouso entre chamadas. O sistema de célula de combustível na fonte de

energia de célula de combustível do Usuário A fará ciclos entre um estado de repouso frio a um estado de transmissão quente durante longas transmissões. O sistema de célula de combustível na fonte de energia de célula de combustível do Usuário B realizará ciclos a temperatura com maior frequência, mas por uma faixa menor, nunca atingindo os níveis de alta temperatura experimentados pelo Usuário A. Os sistemas de célula de combustível operados neste modo, em que a energia é tirada mais freqüentemente com ciclos de temperatura menores, serão mais eficientes e fornecerão mais tempo operacional para o dispositivo de carga para uma quantidade dada de combustível. Assim, o Usuário B experimentará mais tempo de fala por unidade de combustível que o Usuário A. Assim, os parâmetros operacionais do sistema de célula de combustível necessário para o Usuário A são significativamente diferentes daqueles exigidos para o Usuário B para efetuar um desempenho ótimo da fonte de energia de célula de combustível.

[0012] Uma fonte de energia de célula de combustível 100 para fornecer energia a um dispositivo de carga 160 de acordo com uma versão preferida da presente invenção é mostrada na Figura 1. A fonte de energia de célula de combustível 100 inclui um recipiente de armazenamento de combustível 110, que serve como a fonte de combustível, uma controladora de recipiente de armazenamento de combustível 120 para controlar o recipiente de armazenamento de combustível 110, um sistema de célula de combustível 130, um dispositivo de armazenamento de informação 140, e um meio de controle 150 que controla a operação de outros componentes na fonte de energia de célula de combustível

100. Será apreciado por aqueles de habilidade ordinária na técnica que o sistema de célula de combustível 130 pode incluir uma ou mais células de combustível acopladas. O sistema de célula de combustível 130 pode opcionalmente incluir elementos periféricos de suporte como circuitos de condicionamento de saída elétrica, sistemas de resfriamento, ventiladores, bombas, válvulas e reguladores. O meio de controle 150 tipicamente inclui um meio de computação 170 como um microprocessador que pode efetuar operações aritméticas e lógicas e que também pode comunicar-se com outros elementos do circuito elétrico. Preferivelmente, o meio de computação 170 é similar à microcontroladora MC68328 fabricada pela Motorola, Inc., de Schaumburg, Illinois. Será apreciado que outros microprocessadores similares podem ser utilizados para o meio de computação 170 e que microprocessadores adicionais do mesmo ou de tipos alternativos podem ser acrescentados conforme necessário para lidar com os requisitos de processamento do meio de computação 170. O sistema de célula de combustível 130 é acoplado ao recipiente de armazenamento de combustível 110, ao meio de controle 150 e a um dispositivo de carga 160. O meio de controle 150 é ainda acoplado ao dispositivo de carga 160, ao dispositivo de armazenamento de informação 140, e à controladora de armazenamento de combustível 120. O dispositivo de armazenamento de informação 140 é ainda acoplado ao dispositivo de carga 160. Será apreciado por aqueles de habilidade ordinária na técnica que o dispositivo de armazenamento de informação 140 pode incluir uma memória de acesso aleatório (RAM), uma memória de apenas leitura

(ROM), uma memória de apenas leitura eletricamente programável e apagável (EEPROM), ou um equivalente. Será ainda apreciado por aqueles de habilidade ordinária na técnica que, alternativamente, o dispositivo de armazenamento de informação 140 pode estar contido dentro do meio de controle 150 de acordo com a presente invenção.

[0013] Como é ilustrado na Figura 1, a fonte de energia de célula de combustível 100 é acoplada ao dispositivo de carga 160, que opera utilizando a energia da fonte de energia de célula de combustível 100. Será apreciado por alguém de habilidade ordinária na técnica que o dispositivo de carga 160 de acordo com a presente invenção, pode ser um computador de mão, um computador laptop, um computador palmtop, um assistente digital pessoal, uma ferramenta de acionamento elétrico, um telefone celular móvel, um terminal de dados de rádio móvel, um telefone celular móvel tendo um terminal de dados anexo, ou um aparelho de radiochamada bilateral, como o "Page Writer 2000X" fabricado pela Motorola Inc. de Schaumburg, Illinois. Na descrição seguinte, o termo "dispositivo de carga" refere-se a qualquer um dos dispositivos mencionados acima ou qualquer dispositivo de carga equivalente. Embora muitas das versões na especificação descrevem um telefone celular como o dispositivo de carga, a invenção não é limitada a telefones celulares. Qualquer dispositivo que pode ser acionado por uma fonte de energia de célula de combustível pode ser utilizado sem desviar do escopo e da estrutura da invenção.

[0014] À medida que a fonte de energia de célula de combustível 100 começa a operar, o meio de controle 150

busca no dispositivo de armazenamento de informação 140 para verificar a presença de dados a respeito dos padrões de carga dinâmica do dispositivo de carga conectado 160. A sequência de dar partida também assegura que dados a respeito do padrão de utilização do dispositivo de carga de um ou mais usuários do dispositivo e as características de energia do sistema de célula de combustível 130 estão disponíveis no dispositivo de armazenamento de informação 140. Quando dados a respeito do padrão de carga do dispositivo de carga 160 está faltando, o meio de controle 150 consulta o dispositivo de carga acoplado 160 por aquela informação e a armazena no dispositivo de armazenamento de informação 140 para utilização futura. Em uma versão, o meio de controle 150 ainda consulta o dispositivo de carga 160 pela identificação do usuário do dispositivo atual do dispositivo de carga 160. Quando o padrão de utilização do dispositivo do usuário do dispositivo atual do dispositivo de carga acoplado 160 ou as características de energia do sistema de célula de combustível 130 estão faltando, valores predefinidos para os parâmetros associados a esses dados, armazenado no dispositivo de armazenamento de informação 140 são utilizados pelo meio de controle 150. Além disso, o meio de controle 150 começa a gravar o padrão de utilização do dispositivo de carga 160 pelo usuário do dispositivo atual e também as características de energia do sistema de célula de combustível 130. Uma vez informação suficiente tenha sido gravada, os valores são armazenados no dispositivo de armazenamento da informação 140 para utilização futura. Será apreciado por alguém de habilidade ordinária na técnica que uma pluralidade de padrões de

utilização de usuário de dispositivo para uma pluralidade de usuários do dispositivo para um ou mais dispositivos de carga podem ser armazenadas no dispositivo de armazenamento de informação 140 de acordo com a presente invenção.

[0015] O meio de controle 150 calcula os requisitos de carregamento de energia efetivos do dispositivo de carga 160 ao combinar e casar os requisitos de carga dinâmica do dispositivo de carga 160 com o padrão de utilização histórica do usuário de dispositivo especificado. Uma vez conhecidos os requisitos de energia efetivos, o meio de controle 150 fixa o ponto de operação inicial para o sistema de célula de combustível 130 ao casar os requisitos de energia efetivos com as características de energia do sistema de célula de combustível 130. O meio de controle 150 continua a ajustar o ponto de operação do sistema de célula de combustível 130 à medida que os padrões de carga e o estado da fonte de energia de célula de combustível 100 variam com o tempo.

[0016] Como um exemplo, quando o dispositivo de carga 160 é um telefone celular, os requisitos de carga dinâmica podem incluir a corrente de transmissão de pico, a duração e a frequência da corrente de transmissão, a corrente de suporte e a corrente no modo dormir. Muitos desses parâmetros para aplicações de telefone celular são determinados pelo protocolo utilizado pelo telefone celular (isto é, Code Division Multiple Access (CDMA), Time Division Multiple Access (TDMA), e Global System for Mobile Communications (GSM)), o modo de operação do telefone celular, a banda de frequência operacional do telefone celular, as aplicações que estão processando no telefone

celular e o país em que o telefone celular opera. Será apreciado por aqueles de habilidade ordinária na técnica que os requisitos de carga dinâmica podem ser qualquer combinação dos requisitos aqui descritos ou um equivalente de acordo com a presente invenção.

[0017] O padrão de utilização do usuário do dispositivo para um telefone celular pode incluir o número de chamadas feitas em um período de tempo especificado, a frequência das chamadas feitas, a duração de cada chamada e os tipos de serviços utilizados (voz verso dados). De modo similar, os parâmetros de padrão de utilização para os telefones celulares podem ainda incluir tempo no modo de suporte, volume do alto-falante, utilização de luz de fundo, modo de operação (por exemplo, TDMA vs. GSM) e utilização de alerta (vibrador vs. campainha). O padrão de utilização também leva em conta circunstâncias especiais singulares aos telefones celulares centrados em dados multi-funcional como a utilização de energia adicional de uma conexão sempre ligada, serviços de fluxo contínuo de áudio e de vídeo, e jogos de vídeo. A presente invenção armazena dados correspondentes aos parâmetros do padrão de utilização para cada usuário de dispositivo de cada dispositivo de carga no dispositivo de armazenamento de informação 140. Será apreciado por aqueles de habilidade ordinária na técnica que os parâmetros de padrão de utilização podem ser qualquer combinação de parâmetros aqui descritos ou um equivalente de acordo com a presente invenção.

[0018] As características de energia do sistema de célula de combustível 130 podem incluir o tipo de combustível e de fornecimento de oxidante do sistema, que

determina o tempo de resposta do sistema e a eficiência da célula de combustível, o tipo de construção da célula de combustível, o eletrólito, eletrodo, materiais de difusão de gás e de catalisador utilizados e como eles são montados e posicionados juntos, idade da célula de combustível, capacidade de carga, curva I-V, e a pressão operacional, temperatura e umidade do sistema de célula de combustível 130. Será apreciado por aqueles de habilidade ordinária na técnica que as características de energia do sistema de célula de combustível 130 podem ser qualquer combinação das características aqui descritas ou um equivalente de acordo com a presente invenção.

[0019] A fixação do ponto de operação do sistema de célula de combustível 130 inclui selecionar a relação entre corrente-voltagem de saída das células de combustível contidas dentro do sistema de célula de combustível 130, controlar a estequiometria e velocidade do fluxo reagente, gerenciar o nível de hidratação do eletrólito e a geração de água produto e o ciclo de purgação para remover contaminantes no caso de células de combustível de terminação morta. Quando o meio de controle 150 fixa o ponto de operação, ele muda a voltagem operacional e a saída de corrente das células de combustível contidas dentro do sistema de célula de combustível 130 de modo que as células de combustível operam na parte mais eficiente da curva I-V. O conceito de curvas I-V no que se relaciona às células de combustível e os vários parâmetros da célula de combustível que impactam o ponto de operação na curva I-V são bem conhecidos na técnica de célula de combustível. Por exemplo, as Patentes US 6.300.000, 5.290.641 e 5.023.150

descrevem a natureza e as características das curvas I-V da célula de combustível. O meio de controle 150 também pode variar a quantidade de combustível e de oxidante que atinge a célula de combustível para controlar a velocidade de reação e a geração de água de produto. Nos sistemas de célula de combustível com elementos ativos como ventiladores, sopradores, bombas, sistemas de resfriamento e componentes similares, o meio de controle 150 pode variar os parâmetros desses componentes para casar a saída de energia das células de combustível aos requisitos de carga dinâmica do dispositivo de carga 160 e o padrão de utilização do usuário do dispositivo.

[0020] Preferivelmente, e de acordo com a presente invenção, funções adicionais podem ser implementadas para aprimorar e validar as três dimensões utilizadas pelo meio de controle 150 para operar o sistema de célula de combustível 130. O meio de controle 150 efetua uma série de seqüências de teste nas células de combustível contidas dentro do sistema de célula de combustível 130 na partida para assegurar que as características de energia do sistema de célula de combustível armazenadas no dispositivo de armazenamento de informação 140 são válidas e atuais. As seqüências de teste podem incluir testes para a impedância interna das células de combustível, a corrente e a saída de voltagem das células de combustível sob condições de carregamento normais, e o nível de hidratação e a idade da membrana eletrolítica. Se necessário, o meio de controle 150 atualizará os parâmetros que definem as características de energia do sistema de célula de combustível 130 armazenadas no dispositivo de armazenamento de informação

140.

[0021] Em uma segunda versão da presente invenção, além de operar a fonte de energia de célula de combustível 100 de uma maneira otimamente casada com os requisitos de saída, o meio de controle 150 também estima a quantidade de capacidade de energia restante na fonte de energia de célula de combustível 100. A medição da capacidade restante depende não apenas da medição precisa da quantidade de combustível que permanece no recipiente de armazenamento de combustível 110 mas também em prever com precisão os padrões de carga de energia externa e o ponto de operação da célula de combustível nessas condições de carga. A geração de corrente de dispositivos de comunicação portátil multi-funcional digital tem ciclos de trabalho variável que consistem de picos acentuados de energia de curta duração seguido de períodos mais longos de baixa necessidade de energia. Para esta classe de dispositivos de carga, o cálculo da capacidade de energia restante é um processo complicado que envolve o acompanhamento dos padrões de utilização de cada usuário de dispositivo individual, os requisitos de energia dinâmica do dispositivo de carga 160, as características de energia do sistema de célula de combustível 130 e a medição da quantidade de combustível restante no recipiente de armazenamento de combustível 110. Como o meio de controle 150 da fonte de energia de célula de combustível 100 já tem acesso a esta informação, a segunda versão da presente invenção nivela este recurso para implementar uma função precisa de medição de combustível para a fonte de energia de célula de combustível 100. A capacidade restante é continuamente

mensurada enquanto o dispositivo de carga 160 está em operação de modo a fornecer ao usuário do dispositivo a situação atual da fonte de energia de célula de combustível 100. Além disso, a retroalimentação fornecida ao usuário do dispositivo é preferivelmente em termos da quantidade de tempo que o dispositivo de carga 160 irá provavelmente operar com a reserva de energia disponível em vários modos operacionais do dispositivo de carga 160.

[0022] A Figura 2 ilustra uma versão alternativa de uma fonte de energia de célula de combustível 200 para fornecer energia para o dispositivo de carga 160 de acordo com a presente invenção. A fonte de energia de célula de combustível 200 inclui o recipiente de armazenamento de combustível 110, que serve como a fonte de combustível, a controladora do recipiente de armazenamento de combustível 120 acoplada ao recipiente de armazenamento de combustível 110 para controlar o recipiente de armazenamento de combustível 110, o sistema de célula de combustível 130 acoplado ao recipiente de armazenamento de combustível 110, o dispositivo de armazenamento de informação 140 acoplado ao dispositivo de carga 160, e o meio de controle 150, acoplado ao sistema de célula de combustível 130 e o dispositivo de armazenamento de informação 140, que controla a operação de outros componentes na fonte de energia de célula de combustível 200. O meio de controle 150 preferivelmente e de acordo com a presente invenção ainda fornece informação de medição de combustível para o dispositivo de carga 160. Será apreciado por aqueles de habilidade ordinária na técnica que o sistema de célula de combustível 130 pode incluir uma ou mais células de

combustível individuais conectadas umas às outras. A fonte de energia de célula de combustível 200 como é ilustrado na Figura 2, preferivelmente ainda inclui um meio de medição 210 acoplado ao meio de controle 150. O meio de medição 210 preferivelmente é compreendido de um meio de processamento 220 como um circuito de microprocessador que é capaz de calcular a capacidade de energia restante da fonte de energia de célula de combustível 200 utilizando os requisitos de energia efetivos do dispositivo de carga 160 e as características de energia do sistema de célula de combustível 130. Preferivelmente, o meio de processamento 220 é similar à microcontroladora MC68328 fabricada pela Motorola, Inc. de Schaumburg, Illinois. Será apreciado que outros microprocessadores similares podem ser utilizados para o meio de processamento 220, e que microprocessadores adicionais do mesmo ou de tipo alternativo podem ser acrescentados conforme necessário para lidar com os requisitos de processamento do meio de processamento 220. Além disso, um meio de comunicação 230 acoplado ao meio de processamento 220 também é incluído dentro do meio de medição 210. O meio de comunicação pode ser implementado utilizando elementos de circuito elétrico adicionais que transferem seletivamente a informação do circuito microprocessador no meio de processamento 220 para o dispositivo de carga 160 através do meio de controle 150.

[0023] A fonte de energia de célula de combustível 200 é acoplada ao dispositivo de carga 160 através do sistema de célula de combustível 130, do dispositivo de armazenamento de informação 140 e do meio de controle 150. O dispositivo de carga 160 opera pela utilização da energia

fornecida pela fonte de energia de célula de combustível 200. À medida que a fonte de energia de célula de combustível 200 começa a operar, o meio de controle 150 busca o dispositivo de armazenamento de informação 140 para verificar a presença de dados a respeito dos padrões de carga dinâmica do dispositivo de carga conectado 160. A seqüência de partida também assegura que dados sobre um ou mais padrões de utilização do dispositivo de carga do usuário do dispositivo e as características de energia do sistema de célula de combustível 130 estão disponíveis no dispositivo de armazenamento de informação 140. Quando os dados a respeito do padrão de carga do dispositivo de carga 160 estão faltando, o meio de controle 150 consulta o dispositivo de carga afixado 160 por aquela informação e a armazena no dispositivo de armazenamento de informação 140 para utilização futura. Em uma versão, o meio de controle 150 ainda consulta o dispositivo de carga 160 pela identificação do atual usuário de dispositivo do dispositivo de carga 160. Quando o padrão de utilização do dispositivo do atual usuário do dispositivo do dispositivo de carga acoplado 160 ou as características operacionais do sistema de célula de combustível 130 está faltando, valores predefinidos para os parâmetros associados a este dado, armazenados no dispositivo de armazenamento de informação 140, são utilizados pelo meio de controle 150. Além disso, o meio de controle começa a gravar o padrão de utilização do dispositivo de carga pelo atual usuário do dispositivo e as características operacionais do sistema de célula de combustível 130. Uma vez gravada informação suficiente, os valores são armazenados no dispositivo de armazenamento de

informação 140 para utilização futura. Será apreciado por alguém de habilidade ordinária na técnica que uma pluralidade de padrões de utilização do usuário do dispositivo para uma pluralidade de usuários de dispositivo para um ou mais dispositivos de carga podem ser armazenados no dispositivo de armazenamento de informação 140 de acordo com a presente invenção.

[0024] O meio de controle 150 calcula os requisitos de carregamento de energia efetivos do dispositivo de carga 160 ao combinar e casar os requisitos de carga dinâmica do dispositivo de carga 160 com o padrão de utilização histórica do atual usuário do dispositivo. Uma vez conhecidos os requisitos de energia efetivos, então o meio de controle 150 fixa o ponto de operação inicial para o sistema de célula de combustível 130. O meio de controle 150 continua a ajustar o ponto de operação do sistema de célula de combustível 130 à medida que os padrões de carga e o estado do sistema de célula de combustível 130 variam com o tempo. Além disso, como parte da seqüência de partida, o meio de controle 150 também consulta a controladora do recipiente de armazenamento de combustível 120 para obter o valor do combustível restante no recipiente de armazenamento de combustível 110. Utilizando a informação sobre as características de energia do sistema de célula de combustível 130, os requisitos de carga dinâmica do dispositivo de carga 160, o padrão de utilização do usuário do dispositivo e a quantidade restante de combustível no recipiente de armazenamento de combustível 110, o meio de controle 150 calcula informação de medição de combustível como a capacidade de energia

restante na fonte de energia de célula de combustível 200, a quantidade de tempo que o dispositivo de carga 160 poderia ser operado em modos diferentes, a velocidade de consumo de combustível e a eficiência de conversão de energia. Será apreciado por aqueles de habilidade ordinária na técnica que a informação de medição de combustível pode incluir qualquer combinação de informações aqui descritas ou um equivalente, de acordo com a presente invenção.

[0025] O método de medir a capacidade restante inclui medir a capacidade de energia restante do sistema de célula de combustível 130 com base na quantidade de combustível restante, referindo-se a uma tabela de pesquisa ou uma equação que representa o perfil de utilização do dispositivo para um determinado usuário do dispositivo do dispositivo de carga 160 armazenado no dispositivo de armazenamento de informação 140, e calcular o tempo operacional esperado do dispositivo de carga 160 ao estimar a eficiência de conversão do sistema de célula de combustível 130 correspondente ao perfil de utilização. As mudanças na eficiência e no ponto de operação I-V para uma dada carga de saída que são características de determinado sistema de célula de combustível 130 são utilizados para medir o tempo operacional restante do dispositivo de carga 160. Os parâmetros de capacidade restante calculados pelo meio de controle 150 podem ser exibidos para o usuário do dispositivo quer através de um elemento de interface de usuário do dispositivo 250 no dispositivo de carga 160 ou um elemento de interface de usuário 240 na fonte de energia de célula de combustível 200, ou um equivalente.

[0026] Para os dispositivos energizados por célula de

combustível, pequenas diferenças nos modelos de utilização podem ter um impacto significativo na utilização do combustível e na eficiência geral de conversão do sistema de célula de combustível. Por exemplo, considere dois usuários de telefones celulares, o Usuário A e o Usuário B. Ambos os usuários tipicamente utilizam seu telefone celular por oito horas diariamente. Nessas oito horas, o telefone celular de cada usuário transmite por duas horas e fica em espera por seis horas. O Usuário A tende a produzir conversas telefônicas compridas, seguidas de longos repousos. O Usuário B, por outro lado, faz várias chamadas por todo o dia, cada uma delas durando apenas poucos minutos, com pouco repouso entre as chamadas. O sistema de célula de combustível na fonte de energia de célula de combustível do Usuário A realizará ciclo entre um estado de espera frio a um estado de transmissão quente durante as longas transmissões. O sistema de célula de combustível na fonte de energia de célula de combustível do Usuário B realizará ciclo na temperatura mais freqüentemente, mas por uma faixa menor, nunca atingindo os altos níveis de temperatura experimentados pelo sistema de célula de combustível na fonte de energia de célula de combustível do Usuário A. Sistemas de célula de combustível operados neste modo, em que a energia é retirada mais freqüentemente com menores ciclos de temperatura serão mais eficiente e fornecerão mais tempo operacional para o dispositivo de carga para uma quantidade dada de combustível. Assim, o Usuário B experimentará mais tempo de fala por unidade de combustível do que o Usuário A. Desta forma, o medidor de combustível utilizado para estimar a capacidade de energia

restante da fonte de energia de célula de combustível 200 para o dispositivo de carga 160 utiliza diferentes modelos de utilização para os Usuários A e B para uma precisão de previsão aprimorada.

[0027] Preferivelmente e de acordo com a presente invenção, funções adicionais podem ser implementadas para aprimorar e validar as três dimensões utilizadas pelo meio de controle 150 para operar a fonte de energia de célula de combustível 200 e calcular a informação de medição de combustível. O meio de controle 150 efetua uma série de seqüência de testes nas células de combustível na partida para assegurar que as características de energia do sistema de célula de combustível armazenadas no dispositivo de armazenamento de informação 140 são válidos e atuais. As seqüências de teste podem incluir testes para a impedância interna das células, a corrente e a saída de voltagem das células sob condições de carregamento padrão, e o nível de hidratação e a idade da membrana eletrolítica. Será apreciado por aqueles de habilidade ordinária na técnica que os testes podem incluir qualquer combinação daqueles aqui descritos ou um equivalente de acordo com a presente invenção. Se necessário, o meio de controle 150 atualizará os parâmetros que definem as características de energia da célula de combustível armazenados no dispositivo de armazenamento de informação 140.

[0028] Em uma terceira versão da presente invenção, o meio de medição estima a quantidade de capacidade de energia restante na fonte de energia de célula de combustível. A Figura 3 ilustra esta terceira versão de uma fonte de energia de célula de combustível 300 para fornecer

energia para o dispositivo de carga 160 de acordo com a presente invenção. A fonte de energia de célula de combustível 300 inclui o recipiente de armazenamento de combustível 110, que serve como a fonte de combustível, a controladora do recipiente de armazenamento de combustível 120 acoplada ao recipiente de armazenamento de combustível 110 para controlar o recipiente de armazenamento de combustível 110, o sistema de célula de combustível 130 acoplado ao recipiente de armazenamento de combustível 110, o dispositivo de armazenamento de informação 140 acoplado ao dispositivo de carga 160, e o meio de medição 210 que fornece informação de medição de combustível para o dispositivo de carga 160. O meio de medição 210, acoplado ao dispositivo de armazenamento de informação 140, ao sistema de célula de combustível 130, e à controladora do recipiente de armazenamento de combustível 120 preferivelmente inclui o meio de processamento 220 como o circuito de microprocessador que é capaz de calcular a capacidade de energia restante da fonte de energia de célula de combustível utilizando os requisitos de energia efetivos do dispositivo de carga 160 e as características de energia do sistema de célula de combustível 130.

[0029] A fonte de energia de célula de combustível 300 é acoplada ao dispositivo de carga 160, que opera utilizando a energia fornecida pela fonte de energia de célula de combustível 300. À medida que a fonte de energia de célula de combustível 300 começa a operar, o meio de medição 210 busca no dispositivo de armazenamento de informação 140 para verificar a presença de dados a respeito dos padrões de carga dinâmica do dispositivo de

carga conectado 160. A sequência de partida também assegura que os dados sobre um ou mais padrões de utilização do dispositivo de carga do usuário do dispositivo e as características de energia do sistema de célula de combustível 130 estão disponíveis no dispositivo de armazenamento de informação 140. Quando os dados a respeito do padrão de carga do dispositivo de carga 160 estiverem faltando, o meio de medição 210 consulta o dispositivo de carga afixado 160 para aquela informação e a armazena no dispositivo de armazenamento de informação 140 para utilização futura. Em uma versão, o meio de medição 210 ainda consulta o dispositivo de carga 160 pela identificação do atual usuário do dispositivo do dispositivo de carga 160. Se o padrão de utilização do usuário do dispositivo ou as características de energia do sistema de célula de combustível 130 estiverem faltando, valores predefinidos para os parâmetros associados a esses dados, armazenados no dispositivo de armazenamento de informação 140 são utilizados pelo meio de medição 210. Além disso, o meio de medição 210 começa a gravar o padrão da utilização do dispositivo de carga pelo atual usuário do dispositivo e as características de energia do sistema de célula de combustível 130. Uma vez gravada informação suficiente, os valores são armazenados no dispositivo de armazenamento de informação 140 para utilização futura. Será apreciado por alguém de habilidade ordinária na técnica que uma pluralidade de padrões de utilização do usuário do dispositivo para uma pluralidade de usuários do dispositivo para um ou mais dispositivos de carga podem ser armazenados no dispositivo de armazenamento de informação

140 de acordo com a presente invenção.

[0030] O meio de medição 210 calcula os requisitos de carga de energia efetivos do dispositivo de carga 160 ao combinar e casar os requisitos de carga dinâmica do dispositivo de carga 160 com o padrão de utilização histórica de cada usuário do dispositivo. Além disso, como parte da seqüência de partida, o meio de medição 210 também consulta a controladora do recipiente de armazenamento de combustível 120 para obter o valor do combustível restante no recipiente de armazenamento de combustível 110. Utilizando a informação sobre as características de energia do sistema de célula de combustível 130, os requisitos de carga dinâmica do dispositivo de carga 160, o padrão de utilização do usuário do dispositivo, e a quantidade restante de combustível no recipiente de armazenamento de combustível 110, o meio de medição 210 calcula a informação de medição de combustível como a capacidade de energia restante na fonte de energia de célula de combustível 300, a quantidade de tempo que o dispositivo de carga 160 poderia ser operado em modos diferentes, a velocidade de consumo de combustível e a eficiência de conversão da energia. Será apreciado por aqueles de habilidade ordinária na técnica que a informação de medição de combustível pode incluir qualquer combinação de informação aqui descrita ou um equivalente de acordo com a presente invenção. Os parâmetros de capacidade restantes calculados pelo meio de medição 210 podem ser exibidos para o usuário do dispositivo quer através do elemento de interface do usuário do dispositivo 250 no dispositivo de carga 160 ou no elemento de interface de usuário 240 na fonte de energia

de célula de combustível 300, ou um equivalente.

[0031] A Figura 4 ilustra um fluxograma do processo utilizado para gerenciar o desempenho de uma fonte de energia de célula de combustível de acordo com a presente invenção. Na Figura 4, caixas retangulares representam entidades estruturais no processo, e caixas com cantos arredondados representam etapas de processo para atingir as várias entidades estruturais. Com referência à Figura 4, o fluxo de processo inicia na etapa 400 em que um contador "n" é fixado em 1. A seguir, o processo vai para o ponto de decisão 405 que confirma a operação do dispositivo de carga 160 pelo $n^{\text{ésimo}}$ usuário do dispositivo. Se o ponto de decisão retorna um "sim", o fluxo de processo continua com a etapa de inicialização 410, durante a qual o meio de controle 150 na fonte de energia de célula de combustível (100, 200) consulta o dispositivo de armazenamento de informação 140 para verificar a presença de dados a respeito dos padrões de carga dinâmica do dispositivo de carga conectado 160. A etapa de inicialização também assegura que os dados a respeito do padrão de utilização do dispositivo de carga do $n^{\text{ésimo}}$ usuário e as características de energia do sistema de célula de combustível 130 estão disponíveis. Quando estão faltando os dados a respeito do padrão de carga do dispositivo de carga 160, o meio de controle 150 consulta o dispositivo de carga afixado 160 por aquela informação e a armazena no dispositivo de armazenamento de informação 140 para utilização futura. Quando o $n^{\text{ésimo}}$ padrão de utilização do usuário ou as características de energia do sistema de célula de combustível 130 estiverem faltando, valores predefinidos

para os parâmetros associados a estes dados, armazenados no dispositivo de armazenamento de informação 140 são utilizados pelo meio de controle 150. Os parâmetros associados aos requisitos de carga dinâmica do dispositivo de carga 160 são casados com o padrão de utilização do $n^{\text{ésimo}}$ usuário do dispositivo para calcular 420 os requisitos de carregamento de energia efetivos do dispositivo de carga 160. Na etapa seguinte 430, o meio de controle casa os requisitos de energia efetivos com as características de energia do sistema de célula de combustível 130 armazenados no dispositivo de armazenamento de informação 140, para selecionar, na etapa 440, parâmetros para a operação da fonte de energia de célula de combustível 100. O meio de controle 150 utiliza os parâmetros selecionados na etapa 450 para operar 460 o sistema de célula de combustível 130 na condição alvo. A seguir, na etapa 470, o contador "n" é incrementado. O processo então retro-alimenta-se para o ponto de decisão 405 que continua a verificar por uma condição do usuário até o ponto de decisão 405 retorna um "não", em cujo caso o fluxo de processo termina no ponto terminal 480.

[0032] Será apreciado por aqueles de habilidade ordinária na técnica que a aplicação do método conforme ilustrado na Figura 4 para operar uma fonte de energia de célula de combustível não é limitada a qualquer tipo particular de dispositivo de carga. Algumas aplicações destes métodos a dispositivos eletrônicos foram aqui descritas. Exemplos de aplicações de dispositivos não eletrônicos incluem automóveis energizados por células de combustível ou células elétricas híbridas. Cada motorista

do automóvel possui um estilo de dirigir diferente, e assim um impacto diferente na eficiência do combustível. Parâmetros úteis que constituem o perfil de utilização para esta aplicação incluem a aceleração a partir da parada, velocidade média, frequência de parada, variabilidade na aceleração, utilização de controle de viagem, e muitos outros. A presente invenção é um melhoramento sobre os carros dos dias modernos, quer energizado por gás, híbrido, elétrico ou célula de combustível, pois ele permite um desempenho personalizado e uma eficiência de combustível para cada motorista.

[0033] Embora a invenção tenha sido descrita em termos de versões preferidas, será óbvio para aqueles habilitados na técnica que várias alterações e modificações poderão ser feitas sem desviar da invenção. Assim, pretende-se que todas essas alterações e modificações sejam consideradas como dentro do espírito e escopo da invenção conforme definida pelas reivindicações apenas.

REIVINDICAÇÕES

1. Fonte de energia de célula de combustível (100) para um dispositivo eletrônico portátil (160) compreendendo:

um sistema de célula de combustível (130) para fornecer energia para o dispositivo eletrônico portátil (160);

um meio de controle (150) acoplado ao sistema de célula de combustível (130) e para acoplar ao dispositivo eletrônico portátil (160);

um dispositivo de armazenamento de informação (140) acoplado ao meio de controle (150) e ao dispositivo eletrônico portátil (160);

caracterizada pelo fato de que o meio de controle é programado para:

armazenar dados sobre as características de energia do sistema de célula de combustível no dispositivo de armazenamento de informação (140) para uso futuro;

armazenar dados sobre os requisitos de carga dinâmica do dispositivo eletrônico portátil acoplado no dispositivo de armazenamento de informação (140) para uso futuro;

capturar um ou mais perfis de utilização de um ou mais usuários do dispositivo eletrônico portátil acoplado por um período de tempo e armazenar no dispositivo de armazenamento de informação (140) para uso futuro;

identificar o usuário atual do dispositivo eletrônico portátil (160) e converter o seu perfil de utilização de usuário nos requisitos de energia efetivos do dispositivo eletrônico portátil com base nos requisitos de carga dinâmica do dispositivo eletrônico portátil; e

selecionar um ponto de operação do sistema de célula de combustível (130) com base nos requisitos de energia

efetivos do dispositivo eletrônico portátil e nas características de energia do sistema de célula de combustível, em que a seleção do ponto de operação compreende uma seleção de um ou mais parâmetros operacionais do sistema de célula de combustível.

2. Fonte de energia de célula de combustível (100), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato do meio de controle (150) compreender um meio de calcular (170) para calcular um ou mais parâmetros associados às fontes de informação funcionais de energia e às características de energia do sistema de célula de combustível (130).

3. Fonte de energia de célula de combustível (100), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** por ainda compreender:

um meio de medição (210) acoplado ao meio de controle (150);

em que o meio de medição (210) é programado para calcular uma capacidade de energia restante da fonte de energia de célula de combustível (100) utilizando um ou mais requisitos de energia efetivos do dispositivo eletrônico portátil (160) e uma ou mais características de energia do sistema de célula de combustível (130).

4. Fonte de energia de célula de combustível (100), de acordo com a reivindicação 3, **caracterizada** pelo fato do meio de controle (150) compreender:

um meio de calcular (170) para calcular um ou mais parâmetros associados às fontes de informação funcionais de energia e as características de energia do sistema de célula de combustível (130); e

um dispositivo de armazenamento de informação (140) acoplado ao meio de calcular (170), para armazenar um ou mais parâmetros associados às fontes de informação funcionais de energia e as características de energia do sistema de célula de combustível (130).

5. Fonte de energia de célula de combustível (100), de acordo com a reivindicação 3, **caracterizada** pelo fato do meio de medição (210) compreender:

um meio de processamento (220) para medir a informação de combustível restante do meio de controle (150) e para combinar a informação de combustível restante com os requisitos de energia efetivos do dispositivo eletrônico portátil (160) e as características de energia do sistema de célula de combustível (130) para estimar a capacidade de energia restante da fonte de energia de célula de combustível (100); e

um meio de comunicação (230) para transmitir a capacidade de energia restante da fonte de energia de célula de combustível (100) para o meio de controle (150).

6. Fonte de energia de célula de combustível (100), de acordo com a reivindicação 3, **caracterizada** por compreender ainda um elemento de interface de usuário (250) que exibe a capacidade restante na fonte de energia de célula de combustível (100).

7. Fonte de energia de célula de combustível (300) para um dispositivo eletrônico portátil (160) compreendendo:

um sistema de célula de combustível (130) para fornecer energia para o dispositivo eletrônico portátil (160); e

um meio de medição (210) acoplado ao sistema de célula

de combustível (130), acoplado a uma controladora de recipiente de armazenamento combustível (120) que controla um recipiente de armazenamento de combustível (110) e que é acoplado ao dispositivo eletrônico portátil (160);

um dispositivo de armazenamento de informação (140) acoplado ao meio de medição (210) e ao dispositivo eletrônico portátil (160);

caracterizada pelo fato de que o meio de medição é programado para:

armazenar dados sobre as características de energia do sistema de célula de combustível no dispositivo de armazenamento de informação (140) para uso futuro;

armazenar dados sobre os requisitos de carga dinâmica do dispositivo eletrônico portátil acoplado no dispositivo de armazenamento de informação (140) para uso futuro;

capturar um ou mais perfis de utilização de um ou mais usuários do dispositivo eletrônico portátil acoplado por um período de tempo e armazenar no dispositivo de armazenamento de informação (140) para uso futuro;

identificar o usuário atual do dispositivo eletrônico portátil (160) e converter o seu perfil de utilização de usuário nos requisitos de energia efetivos do dispositivo eletrônico portátil com base nos requisitos de carga dinâmica do dispositivo eletrônico portátil;

calcular a capacidade de energia restante da fonte de energia de célula de combustível com base nos requisitos de energia efetivos do dispositivo eletrônico portátil (160), nas características de energia do sistema de célula de combustível e na quantidade restante de combustível existente no recipiente de armazenamento de combustível

(110) fornecida pela controladora de recipiente de armazenamento de combustível (120).

8. Fonte de energia de célula de combustível (300), de acordo com a reivindicação 7, **caracterizada** pelo fato do meio de medição (210) compreender:

um meio de processamento (220) para medir a informação de combustível restante da controladora do recipiente de armazenamento de combustível (120) e para combinar a informação de combustível restante com um ou mais requisitos de energia efetivos do dispositivo eletrônico portátil (160) e uma ou mais características de energia do sistema de célula de combustível (130) para estimar a capacidade de energia restante da fonte de energia de célula de combustível (100); e

um meio de comunicação (230) para transmitir a capacidade de energia restante da fonte de energia de célula de combustível (100) para o dispositivo eletrônico portátil (160).

9. Método para operar uma fonte de energia de célula de combustível compreendendo a etapa de:

acoplar um dispositivo eletrônico portátil (160) à fonte de energia de célula de combustível (100);

caracterizado por compreender ainda as etapas de:

armazenar dados sobre as características de energia do sistema de célula de combustível em um dispositivo de armazenamento de informação (140) para uso futuro;

armazenar dados sobre os requisitos de carga dinâmica do dispositivo eletrônico portátil acoplado no dispositivo de armazenamento de informação (140) para uso futuro;

capturar um ou mais perfis de utilização de um ou mais

usuários do dispositivo eletrônico portátil acoplado por um período de tempo e armazenar em um dispositivo de armazenamento de informação (140) para uso futuro;

identificar o usuário atual do dispositivo eletrônico portátil (160) e converter o seu perfil de utilização de usuário nos requisitos de energia efetivos do dispositivo eletrônico portátil com base nos requisitos de carga dinâmica do dispositivo eletrônico portátil;

selecionar um ponto de operação do sistema de célula de combustível (130) com base nos requisitos de energia efetivos do dispositivo eletrônico portátil e nas características de energia do sistema de célula de combustível, em que a seleção do ponto de operação compreende uma seleção de um ou mais parâmetros operacionais do sistema de célula de combustível.

FIG. 1

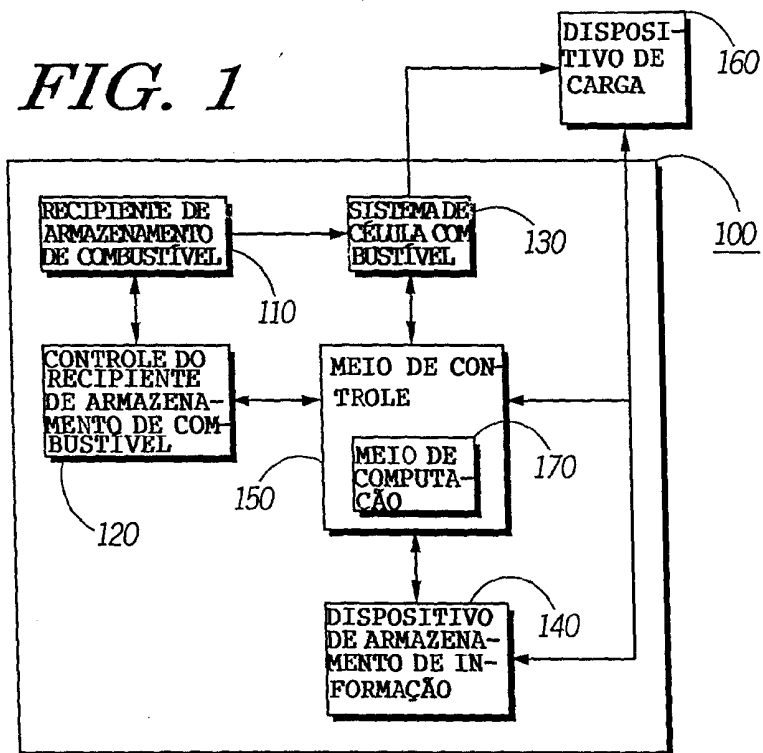
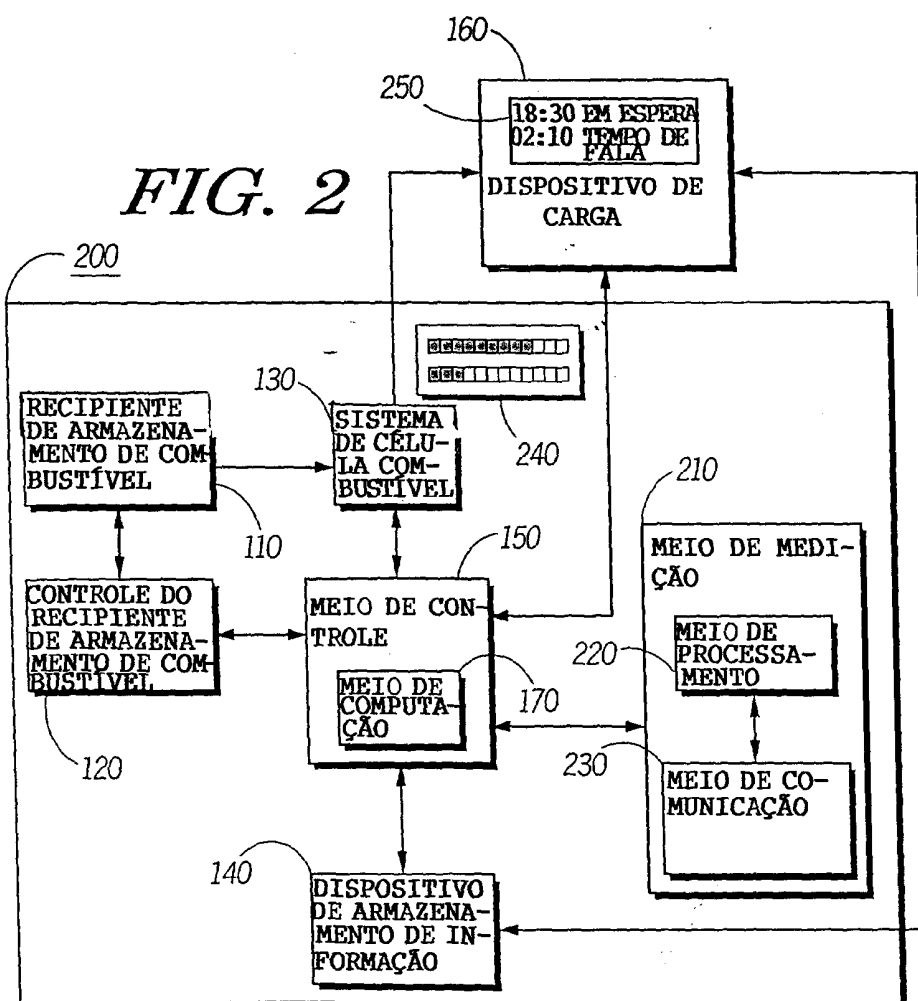


FIG. 2



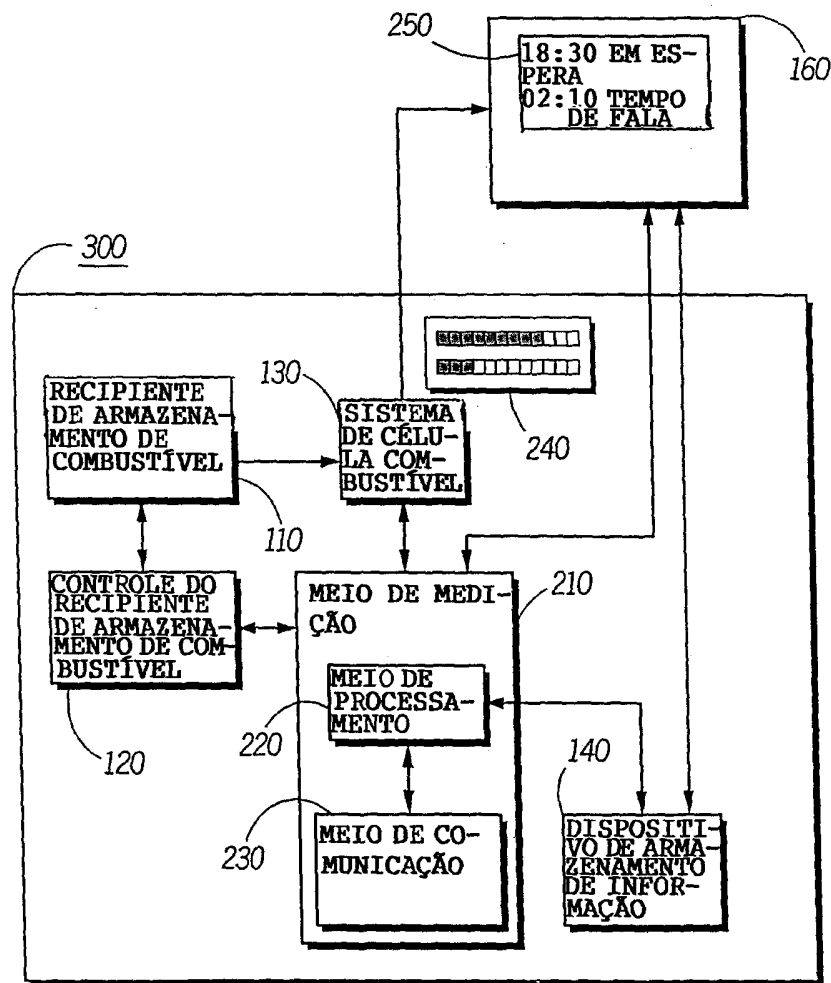


FIG. 3

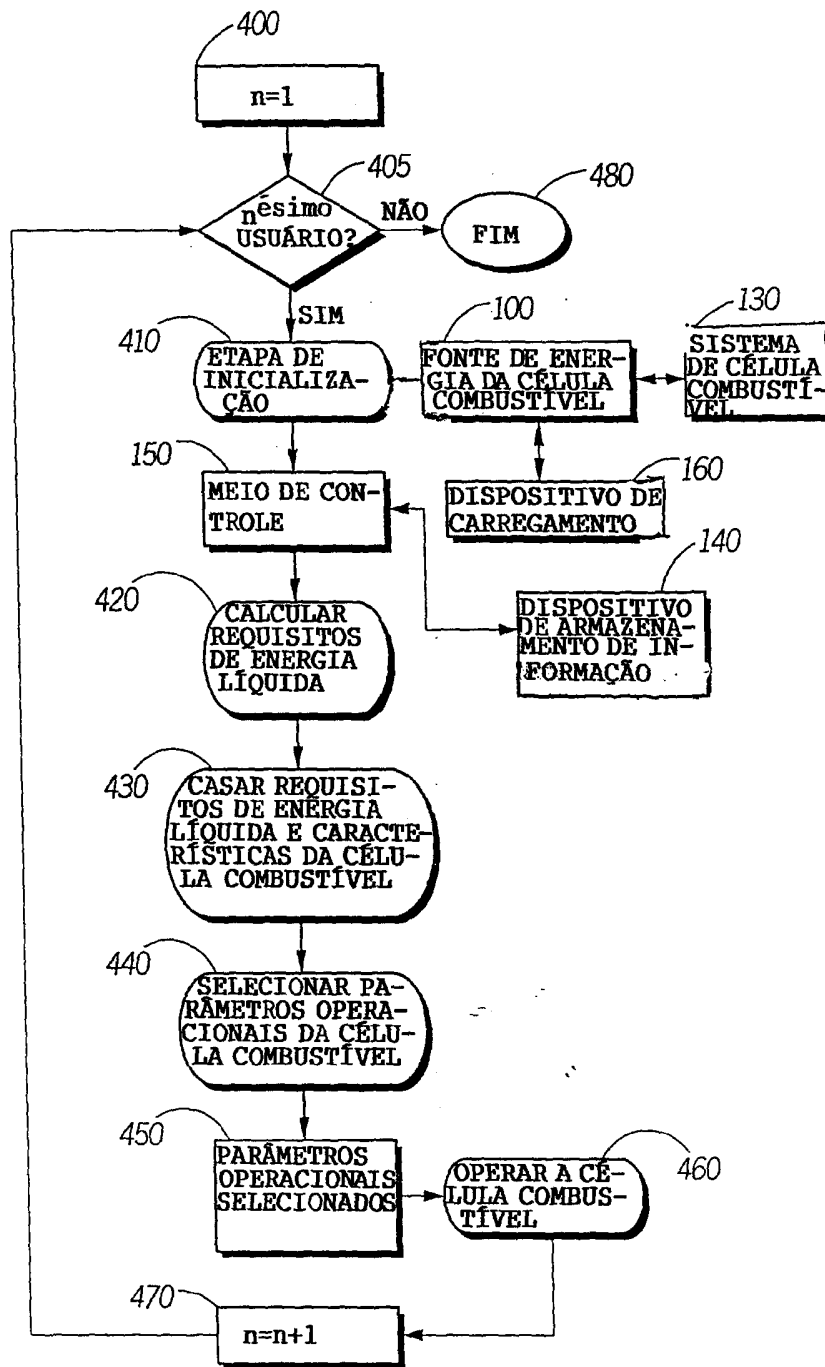


FIG. 4