

Projeto e Prototipação de uma Bateria de Chumbo Ácido com Controle e Balanceamento de Carga Integrados

Fábio O. Silva¹, Mirco Ragni²

¹Aluno em Nível de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada (PGCA), Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Feira de Santana, BA – Brazil

²Orientador - Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Feira de Santana, BA - Brazil

fabio.oliveira.silva@gmail.com, mirco@uefs.br

Ano/semestre de ingresso no programa: 2013.2

Época esperada de conclusão: Agosto de 2015

Etapas já concluídas: Defesa da proposta em agosto de 2013.

Etapas futuras: Exame de qualificação previsto para março de 2015 e defesa prevista para agosto de 2015.

***Abstract.** A large majority of lead acid batteries used are currently made with several cells connected in series. There are small differences between cells that are provoked during the production process or operating conditions, these small differences tend to expand each cycle of charge and discharge to cause failure in a cell causing the premature invalidation of battery. A system to control and load balancing in cells can extend the life of lead acid batteries. The increase in the life of these batteries is motivated mainly by reducing the environmental impact caused by the disposal of these batteries in the environment because they are composed of highly toxic materials as well as reduce the costs related to the purchase of new batteries.*

Palavras chaves: Acumuladores, bateria, carga, balanceada, carregador e Controle.

1. Introdução

Existem atualmente no mercado uma grande gama de acumuladores elétricos ou baterias. Estes acumuladores vêm para suprir a necessidade de fornecimento de energia elétrica para dispositivos eletroeletrônicos impossibilitados de serem conectados a uma fonte geradora de energia elétrica por um determinado período de tempo, ou seja, uma bateria passa por um ciclo que envolve um período de carga e um período de descarga. No período de carga um acumulador eletroquímico acumula energia elétrica fornecida por um gerador elétrico para posteriormente entrar no período de descarga fornecendo energia elétrica para um dispositivo que necessite desta energia para o seu funcionamento.

A grande maioria das baterias de chumbo ácido utilizadas atualmente são feitas com várias células ligadas em série para se alcançar níveis mais altos de tensão, já que a tensão fornecida por uma única célula é de aproximadamente 2 voltes. Existem pequenas diferenças entre as células que são provocadas durante o processo de produção ou pelas próprias condições de funcionamento, estas pequenas diferenças tendem a se ampliar a cada ciclo de carga e descarga até causar a falha em uma das células causando a perda prematura da toda a bateria.

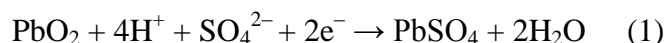
Este trabalho propõe o projeto e prototipação de uma bateria de chumbo ácido de 12 voltes com controle e balanceamento de carga das células, objetivando a criação de baterias com maior vida útil. O aumento da vida útil destas baterias é motivado principalmente por diminuir o impacto ambiental causado pelo descarte precoce destas baterias no meio ambiente, pois são compostas por materiais altamente tóxicos, como também, diminuir os gastos financeiros com a compra de novas baterias.

2. Baterias de Chumbo/Ácido

Os acumuladores eletroquímicos recarregáveis mais utilizados atualmente no Brasil são: chumbo/óxido de chumbo (chumbo/ácido), cádmio/óxido de níquel (níquel/cádmio), hidreto metálico/óxido de níquel e íons lítio [Bocchi, N., Ferracin, L. C. and Biaggio, S. R. (2000)]. Como serão utilizados acumuladores de chumbo/ácido nos experimentos ao longo do desenvolvimento deste trabalho, será dado enfoque ao seu princípio de funcionamento e características.

2.1. Princípio de Funcionamento

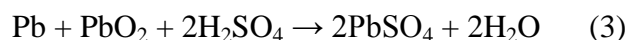
Estes acumuladores apresentam a característica de envolver ambos os eletrodos com o mesmo elemento químico, o chumbo [Bocchi, N., Ferracin, L. C. and Biaggio, S. R. (2000)]. No catodo, o dióxido de chumbo reage com ácido sulfúrico durante o processo de descarga, produzindo sulfato de chumbo e água, a equação 1 representa esta reação:



No anodo, o chumbo reage com os íons do sulfato formando o sulfato de chumbo como pode ser visto na equação 2:



A reação global apresenta somente sulfato de chumbo e água como produtos, conforme demonstrado na equação 3:



No processo de descarga, o ácido sulfúrico é consumido e a água é produzida. Conseqüentemente, a composição do ácido sulfúrico no eletrólito e sua densidade variam de 40% (m/m) e 1,30 g/cm³, no estado completamente carregado, até cerca de 16% (m/m) e 1,10 g/cm³, no estado descarregado. Sabendo-se que o potencial de circuito aberto depende da concentração de ácido sulfúrico no eletrólito e da temperatura, o valor deste potencial para um único par de eletrodos varia de 2,15 V, no estado carregado, até 1,98 V, no estado descarregado, a temperatura ambiente. Durante a carga, o sulfato de chumbo é reconvertido para chumbo no anodo e dióxido de chumbo no catodo [Bocchi, N., Ferracin, L. C. and Biaggio, S. R. (2000)].

2.2. Carga

Existem vários métodos de carga para baterias de chumbo/ácido, eles variam de acordo com as características de corrente e tensão. Para [Lazzari T. B., (2006)], de maneira geral existem três métodos bem definidos de carga, que se caracterizam por aplicar tensão constante, corrente constante e potência constante. Mesclando estes três tipos é possível obter métodos variados que se valem das características de cada método para aumentar a vida útil das baterias.

Após análise dos vários métodos de carga, decidiu-se que para o controle de cada das células será utilizado o método de quatro estados, este método utiliza uma corrente constante para recarregar rapidamente as células e também a carga com tensão constante para recuperar a capacidade completa da bateria [Trento, A. and Feldens, A. T. (2008)]. A Figura 1 mostra os quatro estágios que são detalhados abaixo:

Estágio 1 – Carga lenta: O carregador entrará neste primeiro estágio apenas se a tensão da célula estiver abaixo da tensão de descarga profunda (Voff). Neste caso, é aplicado a corrente de flutuação (Itric), ou seja, a corrente mínima, até a tensão da célula atingir Voff. Caso contrário o carregador iniciará a carga no estágio 2.

Estágio 2 – Carga rápida: Estágio em que aproximadamente 90% da energia da célula é restabelecida. É aplicado a corrente máxima permitida (Iblk) até a tensão da célula atingir a tensão de equalização (Voct).

Estágio 3 – Sobrecarga: Durante este estágio a tensão da célula é regulada. A corrente inicial é a mesma do estágio 2 (Iblk), que irá gradativamente decaindo até atingir a corrente Ioct, terminando o processo de carregamento da célula e passando para o estágio 4. É importante verificar a tensão durante este processo, para que não ultrapasse o limite máximo (Voct).

Estágio 4 – Carga flutuante: Neste estágio o carregador apenas suprirá corrente para compensar a própria descarga conforme a variação da temperatura (aproximadamente 3,9mV/°C).

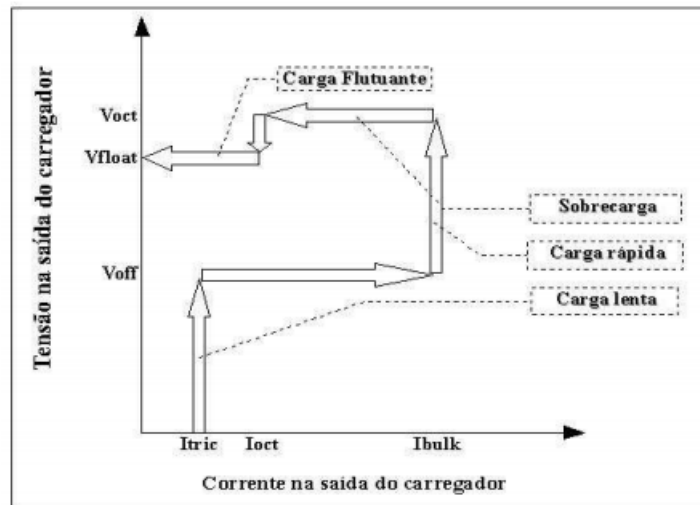


Figura 1. Carga em quatro estágios [Trento, A. and Feldens, A. T. (2008)]

2.3. Balanceamento da Carga

O desbalanceamento da carga entre as células de uma bateria geralmente é percebido pela diferença de tensão medida em cada células. Esta diferença é gerada por uma desigualdade de impedância nas células.

Dentre as soluções tipicamente utilizadas para correção do balanceamento destas células destacam-se o método de isolamento da célula desbalanceada, criando um curto circuito paralelo aos seus polos através da utilização de transistores FETs ou relés, visto na Figura 2(a). Outra alternativa é através do controle de carga individual das células com transformador, visto na Figura 2(b) e com capacitor Figura 2(c). Em [Cadar, D., Petreus, D., Patatarau, T. and Palaguita, N. (2010)] é apresenta detalhes destas e de outras configurações de circuitos para balanceamento de carga.

A forma de balanceamento de carga a ser utilizada neste projeto, não está totalmente definida, mas existe uma forte tendência a uma adaptação do método de curto circuito utilizando transistores FETs.

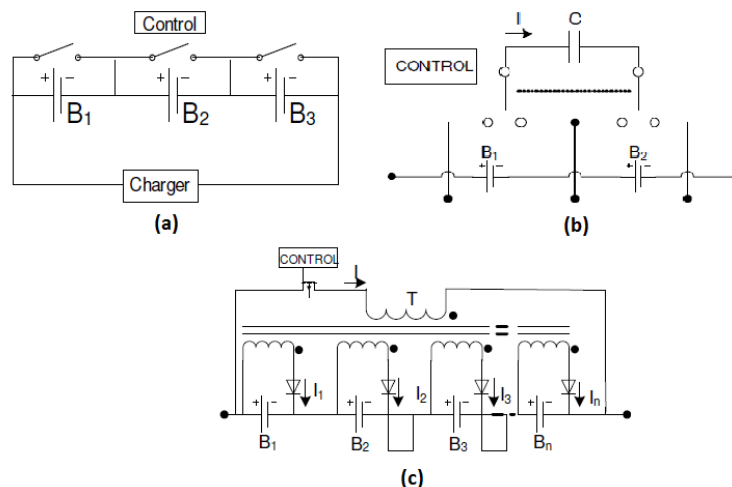


Figura 2. (a) Balanceamento por curto circuito com FETs ou relés, (b) Balanceamento por capacitor e (c) Balanceamento por transformador. Adaptado de [Cadar, D., Petreus, D., Patatarau, T. and Palaguita, N. (2010)].

3. Desenvolvimento do trabalho

O diagrama de blocos apresentado na Figura 3, dá uma ideia geral do trabalho. A bateria aqui proposta substitui uma bateria comum, sem que haja a necessidade de qualquer alteração nos dispositivos que façam uso da mesma, dispondo dos dois terminais, anodo e catodo presentes nas baterias encontradas no mercado, além de contar com uma interface para a aquisição de dados relativos às condições internas da bateria. Abaixo serão descritos as funções de cada bloco que compõe o diagrama.

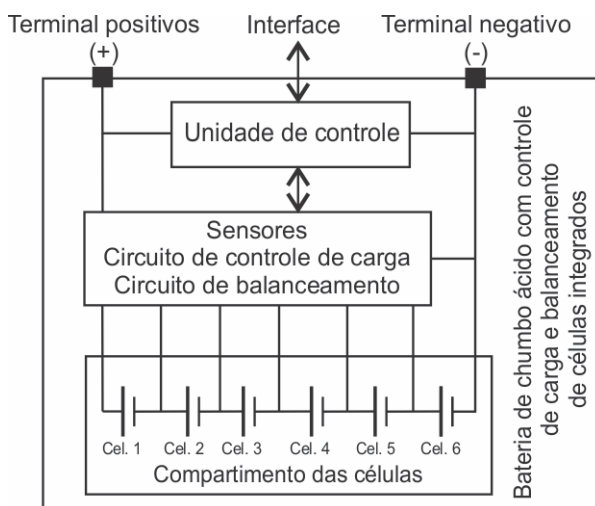


Figura 3. Diagrama de blocos.

Compartimento das células: Este bloco é análogo a uma bateria de chumbo ácido comum de 6 células, resultando em 12 volts. Seu funcionamento é descrito no item 2.1. Ele deve ser isolado com material altamente resistente a corrosão, já que, armazenará ácido sulfúrico.

Sensores, circuito de controle de carga e circuito de balanceamento: Os sensores são responsáveis por coletar valores de tensão, corrente e temperatura das células, estes dados são enviados para a unidade de controle. O circuito de controle de carga recebe comandos da unidade de controle de modo manter níveis de corrente e tensão adequados a cada célula, visto no item 2.2. Por fim, o circuito de balanceamento de carga, que recebe instrução da unidade de controle e ativa ou desativa a carga em determinada(s) célula(s), visto no item 2.3.

Unidade de controle: Este bloco construído a partir de um micro controlador Arduino, recebe informações dos sensores, processa esses dados através de algoritmos de controle de carga e balanceamento, a partir dos resultados obtidos no processamento ele controla os circuitos de carga e balanceamento. A unidade de controle oferece também uma interface para coleta de dados da bateria, tais como: número de ciclos de carga e descarga, níveis de carga, tensão, corrente e temperatura das células.

Atualmente está em desenvolvimento o circuito de balanceamento de carga. Foi projetado e simulado um circuito para balanceamento de carga através da técnica de curto circuito utilizando transistores FETs descrita no item 2.3. através do simulador de circuitos eletrônicos Proteus. O circuito simulado é demonstrado na Figura 4. Os capacitores C1 e C2 simulam as baterias a serem carregadas e Bat1 é fonte geradora de

energia. Quando a tensão no capacitor C1 ou C2 atinge 14.2 volts, o controlador chaveia os transistores de modo a cortar a carga neste capacitor.

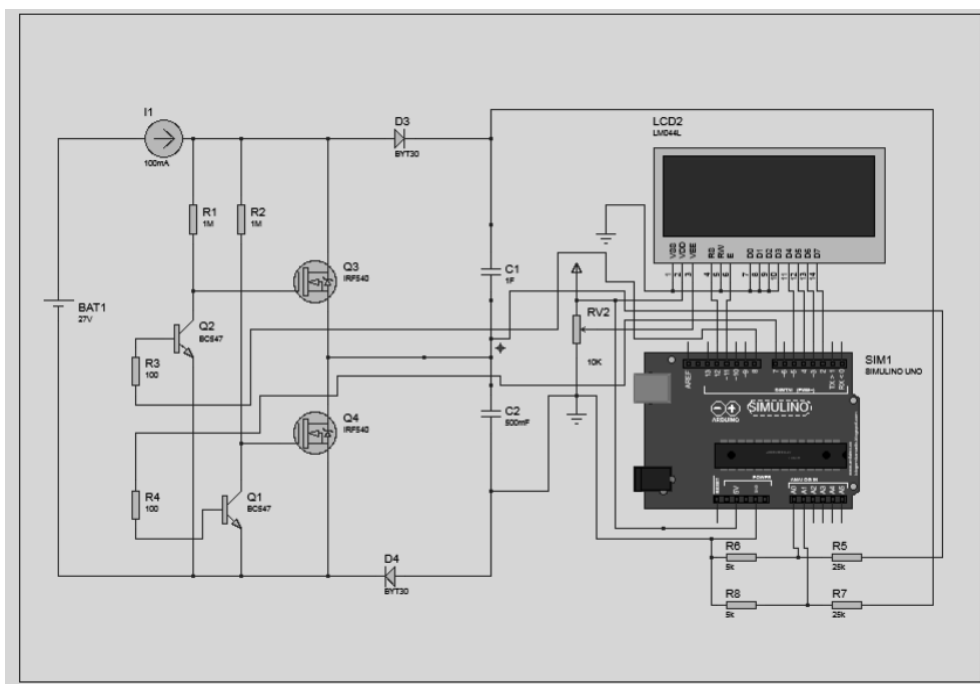


Figura 4. Simulação de um circuito para balanceamento de carga de duas baterias através do simulador de circuitos eletrônicos Proteus.

Portanto, para a conclusão deste trabalho, falta finalizar o projeto do circuito para balanceamento de carga para 6 células, iniciar o projeto do circuito para controle de carga, desenvolver os algoritmos para estes circuitos e finalmente criar um protótipo para realizar os testes de funcionamento e desempenho.

Referencias

- [Bocchi, N., Ferracin, L. C. and Biaggio, S. R. (2000)] “Pilhas e Baterias Funcionamento e Impacto Ambiental”, Revista Química e Sociedade, N. 11, p. 3-9.
- [Cadar, D., Petreus, D., Patatarau, T. and Palaguita, N. (2010)] “Active Balancing Method for Battery Cell Equalization”, ACTA TECHNICA NAPOCENSIS, Electronics and Telecommunications, V. 51, N. 2.
- [Chagas, M. W. P. (2007)] “Novas Tecnologias para Avaliação de Baterias” Dissertação de Mestrado, Curso de Mestrado Profissionalizante em Desenvolvimento de Tecnologia do IEP/LACTEC, Curitiba-PR
- [Lazzari, T. B., (2006)] “Estudo e Implementação de um Carregador de Bateria com uma Técnica de Avaliação de sua Vida Útil”, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC.
- [Trento, A. and Feldens, A. T. (2008)] “Carregador de Baterias Tipo Chumbo Ácido com PIC16F876A”, AN-08002, Toroid do Brasil, S. José dos Pinhais-PR