



Estudo dos métodos de recarga de baterias chumbo-ácido

André Luís Santos Kusiak ¹, andrekusiak@gmail.com
Diego Luiz de Oliveira Batista ¹, diego.lui236@gmail.com
Sérgio Inácio Gomes ¹, sergio.gomes@ifpr.edu.br
Gílson Maekawa Kanashiro ¹, gilson.kanashiro@ifpr.edu.br

Resumo: Com o objetivo de construir um protótipo de robô jardineiro, o presente trabalho trata sobre a escolha de um modelo adequado de bateria para a alimentação dos motores de corrente contínua que serão responsáveis pela movimentação do robô, e será apresentado métodos de recarga de baterias. Logo após a definição do modelo da bateria, suas características serão mencionadas. Por fim, um possível modelo de circuito para recarga de baterias baseado em um conversor cc-cc buck será apresentado.

Palavras-chave: Carregador. Bateriais chumbo-ácido. Conversor Buck.

1 Introdução

Nos dias atuais a robotização de tarefas antes realizadas exclusivamente por pessoas é algo que vem se tornando comum e tende, cada vez mais, a aumentar. A proposta da construção de um robô jardineiro que diminui-se a intervenção humana, não foge desse escopo. Uma das etapas do projeto, diz respeito a bateria que será empregada na alimentação do circuito de controle e dos motores de corrente contínua que se pretende utilizar no robô jardineiro.

Decidiu-se pelas baterias de chumbo-

ácido, pois se tratam de baterias amplamente utilizadas para diversas finalidades (OLIVEIRA, 2016). Para cada tipo de aplicação, há uma categoria de bateria correta. As mais comuns são: bateria de arranque, estacionária e tracionárias (LAZZARIN et al., 2006).

As baterias de arranque são construídas com o propósito de fornecer energia ao sistema de partida e sistema elétrico de automóveis. Elas se mantêm em plena carga devido ao alternador do veículo.

As baterias tracionárias são construídas com o propósito de fornecer altos níveis de potência além de ter uma vida útil maior. Elas são geralmente usadas em empilhadeiras, carrinhos elétricos e em plataformas elevatórias.

As baterias estacionárias são construídas para trabalhar como fontes de energia reserva e são utilizadas em no breaks, iluminações de emergência e em hospitais.

2 Desenvolvimento

2.1 Métodos de recarga

O estudo dos métodos para recarga de baterias é necessário para se definir a topologia do dispositivo de recarga. Segundo (LAZZARIN et al., 2006, p. 15) existem três

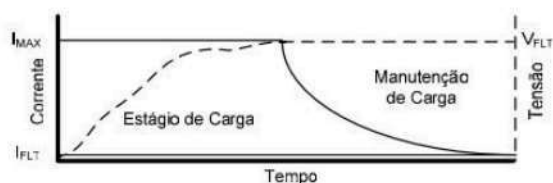
¹Instituto Federal do Paraná - IFPR Paranavaí

métodos bem definidos de carga, que são: através de corrente constante, tensão constante e potência constante. A partir deles é possível obter combinações que otimizam a recarga das baterias.

2.1.1 Recarga a um nível de tensão e a um nível de corrente

Este método consiste em aplicar uma corrente de valor constante na bateria, até que sua tensão atinja a tensão de flutuação, quando atingida deve-se aplicar a tensão de flutuação nos polos da bateria, para manter sua carga, como mostrado na figura 1.

Figura 1 – Tensão e corrente na bateria com método um nível de tensão e corrente



Fonte: LAZZARIN (2006)

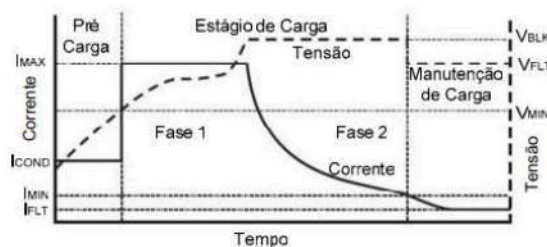
2.1.2 Recarga a dois níveis de tensão

Este método consiste em aplicar uma corrente de valor constante até que a bateria atinja a tensão de equalização, quando atingida deve-se aplicar a tensão de equalização nos polos da bateria, para que ela atinja 100% de carga. Naturalmente a corrente diminuirá até atingir um valor de retenção mínima, quando atingida deve-se aplicar a tensão de flutuação nos polos da bateria para manter sua carga, como mostrado na Figura 2.

2.1.3 Recarga a dois níveis de corrente

Este método consiste em aplicar uma corrente constante na bateria até que ela atinja sua tensão de equalização, quando atingida deve-se aplicar uma corrente pulsante de frequência ajustada para manter a

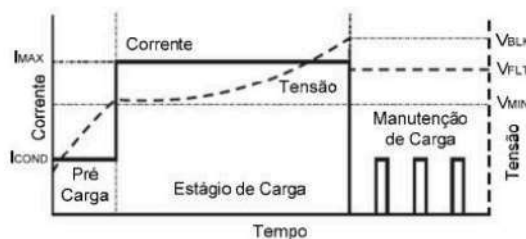
Figura 2 – Tensão e corrente na bateria com método dois níveis de tensão



Fonte: LAZZARIN (2006)

bateria carregada, como mostrado na Figura 3.

Figura 3 – Tensão e corrente na bateria com método de corrente pulsada



Fonte: LAZZARIN (2006)

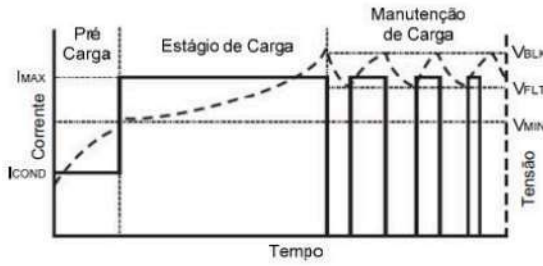
2.1.4 Recarga a corrente pulsada

Este método consiste em aplicar uma corrente constante na bateria até que ela atinja sua tensão de equalização, quando atingida deve-se cessar o fluxo de corrente na bateria, restabelecendo-o quando a tensão da bateria ficar abaixo de sua tensão de flutuação, como mostrado na Figura 4.

2.2 Modelo equivalente bateria

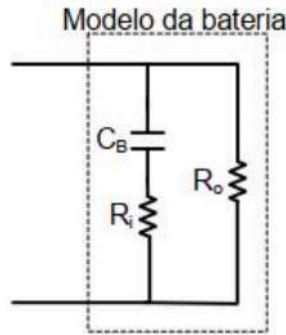
Para realizar simulações de um carregamento de bateria é necessário criar um modelo elétrico que respeite as características da bateria quando submetida ao regime de carga. O artigo (INCORPORATED, 1999) sugere um modelo simplificado, que é representado utilizando um capacitor e dois resistores, conforme a Figura 5.

Figura 4 – Tensão e corrente na bateria com método de corrente pulsada



Fonte: LAZZARIN (2006)

Figura 5 – Modelo elétrico de bateria



Fonte: LAZZARIN (2006)

O valor da capacitância pode ser obtido de forma empírica através da taxa de corrente que a bateria consegue fornecer, em Ampère-hora, conforme a equação 1 abaixo.

$$C_B = 100 \cdot C \quad (1)$$

Em que C_B é a capacitância em Farad, e C é a capacidade da bateria em Ampère-hora. A resistência interna da bateria R_i é variável e depende do número de células da bateria, capacidade e estado de carga. Recomenda-se usar um valor médio de acordo com a bateria escolhida. Por fim tem-se R_o que representa uma resistência exigida pela bateria durante sua carga e possui valor variável, contudo segundo o artigo (INCORPORATED, 1999) pode-se utilizar o pior caso, relativo à estabilidade da malha de controle, que ocorre quando a corrente é máxima e a resistência R_o é mínima.

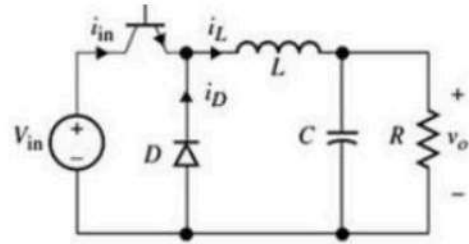
$$R_o(min) = \frac{V_{BLK}}{I_{MAX}} \quad (2)$$

Onde, V_{BLK} representa a tensão de equalização da bateria em Volts e I_{MAX} é a corrente máxima durante o processo de carga em Ampère.

2.3 Topologia do conversor escolhido

Devido a simplicidade, optou-se por desenvolver um carregador que segue o método de recarga a um nível de tensão e a um nível de corrente. O modelo se baseia em um conversor CC-CC do tipo Buck. A Figura 6 mostra o esquemático elétrico básico de um conversor Buck.

Figura 6 – Topologia de um conversor Buck



Fonte: BATARSEH (2017)

A tensão V_o de saída pode ser obtida pela Equação 3.

$$V_o = \frac{1}{T} \cdot \int_0^{DT} V_{in} \cdot dt \quad (3)$$

O indutor L e o capacitor C funcionam como um filtro passa baixas com a finalidade de eliminar ondulações causadas pela frequência de chaveamento (BATARSEH; HARB, 2017).

O conversor Buck que será empregado no processo de recarga da bateria, dispõe de sensores de corrente e tensão que atuarão sobre a malha de controle responsável pelo chaveamento do transistor. O objetivo é controlar a corrente na carga, através de um sistema de controle em malha fechada, emitindo um sinal para a chave de potência a fim de manter a corrente constante em um valor predeterminado.

2.4 Considerações sobre a bateria

Para aplicações em carrinhos motorizados, empilhadeiras, etc. é recomendado o emprego de baterias tracionárias. Tais baterias apresentam placas mais robustas para suportar aplicações que necessitam de alta corrente.

Por se tratar de uma bateria que será aplicada em um protótipo de robô jardineiro, a capacidade nominal da bateria é fundamental para uma maior autonomia do sistema robotizado. Levando-se isso em consideração, o modelo TT24HGC da Tudor com capacidade de 195Ah seria o ideal.

Por meio de medições previamente realizadas, é do conhecimento dos autores que a corrente máxima para o funcionamento dos dois motores será de 20A. Portanto a bateria poderá operar por, aproximadamente, 10 horas levando-se em consideração que o consumo de corrente se manterá constantemente em 20A.

A bateria TT24HGC, quando totalmente carregada, apresenta uma tensão em circuito aberto de 12,71V. Quando sua carga está em 10%, sua tensão em circuito aberto é de 11,50V. O fabricante recomenda uma corrente de recarga de no máximo 10% o valor da capacidade da bateria, ou seja, para este modelo em específico, a corrente durante a recarga não poderá ultrapassar 19,5A.

As tensões de flutuação e equalização são de 13,2V e 15,5V, respectivamente. Outra característica extremamente importante é que durante o processo de recarga da bateria gases explosivos são gerados, sendo recomendado realizar a recarga em um local seguro de faíscas e arejado.

3 Considerações finais

O presente trabalho teve como objetivo o entendimento dos vários modelos de baterias disponíveis no mercado, bem como os métodos mais conhecidos que são empregados no processo de recarga de baterias.

Entre os métodos apresentados, o que apresenta melhor relação entre complexidade

e funcionalidade é o método por dois níveis de tensão, onde a recarga completa da bateria é garantida. O modelo da bateria também definirá as características dos componentes que compõem o circuito de recarga.

Entre os modelos de baterias chumbo-ácido apresentadas, a tracionária se mostrou como sendo a que melhor atende o objetivo final de implementação, que seria em um sistema robotizado para jardinagem.

Por fim, apresentou-se algumas características sobre um carregador que emprega o método de recarga a um nível de tensão. Por se tratar de método mais simples, a carga total da bateria não é garantida, sendo, portanto, como objetivo futuro a modelagem de um circuito que se utiliza de um método mais confiável.

Referências

- BATARSEH, I.; HARB, A. *Power Electronics: Circuit Analysis and Design*. [S.l.]: Springer, 2017. Citado na página 3.
- INCORPORATED, T. I. *Switch-Mode Power Conversion Using the bq2031*. [S.l.], 1999. Disponível em: <<https://www.thierry-lequeu.fr/data/SLUA019.pdf>>. Acesso em: 06 ago. 2019. Citado 2 vezes nas páginas 2 e 3.
- LAZZARIN, T. B. et al. Estudo e implementação de um carregador de baterias com uma técnica de avaliação de sua vida útil. Florianópolis, SC, 2006. Citado na página 1.
- OLIVEIRA, A. F. de. *Modelagem, Parametrização e Otimização de Baterias Chumbo-Ácido em Aplicações Ferroviárias via Análise de Big Data*. Tese (Doutorado) — UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, 2016. Citado na página 1.