

NOVAS TENDÊNCIAS EM MODELOS MATEMÁTICOS NA PREDIÇÃO DO TEMPO DE VIDA DE BATERIAS UTILIZADAS EM DISPOSITIVOS MÓVEIS¹

Kelly Pereira Duarte², Airam Sausen³, Paulo Sérgio Sausen⁴.

¹ Projeto de Pesquisa realizado no curso de Mestrado em Modelagem Matemática da Unijuí.

² Aluna do curso de Mestrado em Modelagem Matemática da Unijuí

³ Professora do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Modelagem Matemática. Departamento de Ciências Exatas e Engenharias - DCEEng - UNIJUI

⁴ Professor do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Modelagem Matemática. Departamento de Ciências Exatas e Engenharias - DCEEng - UNIJUI

Introdução

Com o passar dos anos, a sociedade está cada vez mais dependente das diferentes inovações tecnológicas disponíveis no mercado. O uso de pequenos dispositivos eletrônicos móveis, capazes de receber e transmitir informações tem aumentado consideravelmente, especialmente durante as últimas décadas. Não é possível pensar outra forma de concluir as atividades rotineiras no trabalho, ou no lazer, sem utilizar os meios de comunicação portáteis. São inúmeras as opções que nos cercam, desde simples telefones celulares até notebooks, MacBooks, tablets, iPhones, iPads, entre outros aparelhos sofisticados, a partir dos quais é possível executar diversas tarefas.

O uso destes dispositivos móveis está relacionado diretamente ao tempo que o mesmo consegue se manter operacional, ou seja, com o tempo de vida da sua bateria. Sendo assim, é importante o estudo e a pesquisa em relação a como determinar de forma precisa este tempo de vida. Uma das maneiras de prever o tempo de vida de baterias é através do uso de experimentos reais, outra forma é utilizando modelos matemáticos que simulam o processo de descarga de energia dos aparelhos portáteis. Entre os modelos mais referenciados na literatura técnica, há os modelos analíticos, os modelos de circuitos elétricos, os modelos estocásticos, e por fim os modelos eletroquímicos.

Neste contexto, este trabalho tem por objetivo, estudar novas tendências em modelos matemáticos de baterias. Um dos modelos estudados é um modelo do tipo elétrico obtido a partir de um modelo analítico, e o outro modelo é do tipo híbrido.

Metodologia

Neste trabalho, será apresentado um estudo baseado nas novas tendências em modelos matemáticos de baterias encontrados na literatura técnica, que permitem prever o tempo de vida de baterias utilizadas em dispositivos móveis. A partir da leitura e compreensão destes modelos, os mesmos são discutidos a seguir.

Resultados e discussão



Modalidade do trabalho: Ensaio teórico

Evento: XVIII Jornada de Pesquisa

A seguir serão apresentados os dois modelos de baterias estudados neste trabalho. O primeiro modelo é do tipo elétrico e foi desenvolvido com base nas características do modelo analítico KiBaM. Neste trabalho é feita uma analogia entre o modelo KiBaM e um circuito elétrico, transformando os componentes do modelo KiBaM para a forma de um circuito elétrico equivalente [1]. Em um segundo momento é apresentado um modelo do tipo híbrido derivado da união entre um modelo analítico com um modelo elétrico [3]. O modelo analítico é o modelo KiBaM, e o modelo elétrico é conhecido como modelo para Prever Runtime e Características V-I de uma Bateria. A partir do acoplamento desses dois modelos, é possível obter-se um novo modelo que possui as vantagens de ambos.

Modelo Elétrico de Bateria criado com base em um Modelo Analítico

O modelo elétrico proposto em [1] é um modelo proveniente do modelo analítico KiBaM (Kinetic Battery Model), o qual foi escolhido porque cumpre grande parte dos requisitos exigidos para a modelagem de baterias estimando o estado de carga (SOC) com rigor e em tempo real.

O modelo de circuito elétrico criado é um modelo que estima o estado de carga da bateria (SOC) em qualquer circunstância de utilização, em tempo real e com acurácia, sendo considerado de fácil compreensão e facilmente integrável em ferramentas computacionais de simulação, tais como o Matlab ou o Psim.

Para o desenvolvimento do modelo elétrico, foi necessário ter grande conhecimento sobre o modelo KiBaM, que representa a bateria como o conjunto de dois tanques ligados por uma válvula k . O processo de descarga da bateria é percebido da seguinte forma, denominando os tanques como tanque 1 e tanque 2, a carga que é disponível diretamente ao sistema é fornecida pelo tanque 1, este processo vai depender do fluido (carga) retirado para alimentar a carga $i(t)$ e da diferença de alturas entre os tanques 2 (h_2) e 1 (h_1) multiplicada pela constante k . A constante k representa a condutividade da válvula. Por outro lado a variação da quantidade de fluido armazenado no tanque 2 depende apenas da diferença de alturas entre os tanques 2 (h_2) e 1 (h_1) multiplicada pela constante k , mas desta vez com sinal negativo.

Em seguida foi realizada uma analogia entre o modelo KiBaM e um circuito elétrico, permitindo a construção de um circuito equivalente cujo comportamento simula o sistema de tanques do modelo KiBaM. Para o circuito elétrico equivalente, algumas alterações foram feitas, como por exemplo, a válvula k passa a ser representada como por uma corrente elétrica denominada de $i_{ligação}(t)$, os tanques 1 e 2 passam a ser representados por dois condensadores, assim como a quantidade de líquido armazenada nos tanques. As simulações de validação do modelo elétrico equivalente ao modelo KiBaM, bem como os ensaios experimentais, foram realizados e podem ser verificados na referência bibliográfica [1].

O Modelo Híbrido de Bateria





Modalidade do trabalho: Ensaio teórico

Evento: XVIII Jornada de Pesquisa

Recentemente, foi desenvolvido um modelo através da conexão de um modelo elétrico com um modelo analítico [3] denominado modelo híbrido de bateria. O modelo elétrico utilizado é conhecido como Modelo para Prever Runtime e Características V-I de uma bateria, que foi escolhido por ser capaz de prever o tempo de vida da bateria, o estado estacionário, e a resposta transiente de forma acurada. Ele também captura todas as características elétricas e dinâmicas da bateria tais como: a capacidade utilizável, a tensão em circuito aberto, e a resposta transiente. O modelo analítico usado é o modelo KiBaM que consegue capturar os efeitos não-lineares tais como o efeito de recuperação e a taxa de capacidade que ocorrem durante um processo de descarga. Desta forma, a junção destes dois modelos possibilita obter um novo modelo, capaz de capturar os efeitos não-lineares e ao mesmo tempo as características dinâmicas do circuito da bateria. O modelo híbrido foi validado a partir de simulações computacionais e ensaios experimentais, essa validação pode ser verificada conforme a referência bibliográfica [3].

Conclusões

Através deste trabalho verifica-se uma nova tendência em modelos matemáticos que possuem o enfoque de simular o funcionamento de baterias e conseqüentemente prever o seu tempo de vida. Observa-se que o modelo elétrico criado a partir de um modelo analítico é um modelo preciso, tanto para correntes constantes quanto para correntes variáveis no tempo, e de fácil implementação em ferramentas computacionais. Os modelos híbridos são modelos que unem em um só modelo, as vantagens de um modelo elétrico e de um modelo analítico, sendo assim, é possível criar modelos mais precisos. As simulações computacionais e os testes experimentais, bem como a validação de cada modelo, o modelo elétrico e o modelo híbrido, podem ser verificados nas referências [1] e [3], respectivamente.

Palavras-chave: Dispositivos móveis, Modelo elétrico de bateria, Modelo híbrido de bateria.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio financeiro da FAPERGS e do CNPq.

Referências

- [1] MAGALHÃES, Daniel Felipe Pereira. Modelo de Baterias com aplicação em sistemas de gestão de baterias (BMS) de Veículos Elétricos (EVs). Dissertação de mestrado. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores. Fevereiro 2013.
- [2] M.R. Jongerden, B.R.H., Which battery model to use? IET Software, 2009. 3(6): p. 445–457.
- [3] KIM, Taesic. QIAO, Wei. A hybrid battery model capable of capturing dynamic circuit characteristics an nonlinear capacity effects. IEEE Transactions on energy conversion. 2011.



SALÃO DO CONHECIMENTO

UNIJUÍ 2013
Ciência • Saúde • Esporte



Modalidade do trabalho: Ensaio teórico
Evento: XVIII Jornada de Pesquisa



Para uma VIDA de CONQUISTAS