



## **ESTIMAÇÃO DOS PARÂMETROS NÃO-LINEARES DO MODELO MATEMÁTICO DE DIFUSÃO DE RAKHMATOV-VRUDHULA UTILIZANDO TÉCNICAS DE IDENTIFICAÇÃO DE SISTEMAS<sup>1</sup>**

*Alan Vicente Oliveira<sup>2</sup>, Airam Teresa Zago Romcy Sausen<sup>3</sup>, Paulo Sergio Sausen<sup>4</sup>, Cleber Mateus Duarte Porciuncula<sup>5</sup>. UNIJUI*

Nos últimos anos tem ocorrido um crescimento na utilização de dispositivos móveis, tais como, notebooks, celulares, câmeras digitais, entre outros. Estes dispositivos necessitam de uma bateria para seu funcionamento e seu uso está limitado ao tempo de vida da mesma. Uma bateria é constituída por uma ou mais células eletroquímicas ligadas em série ou em paralelo, ou ainda através de uma combinação destas. Nestas células a energia química armazenada é convertida em energia elétrica através de uma reação eletroquímica. Com esta energia elétrica armazenada, a bateria pode fornecer corrente elétrica para um circuito externo através de seus eletrodos (condutores metálicos por onde a corrente elétrica se movimenta) separados por um eletrólito (condutor de eletricidade sólido ou líquido). No caso dos eletrodos, um é chamado ânodo (polaridade negativa) e o outro cátodo (polaridade positiva). A bateria possui duas propriedades importantes que são: a voltagem, medida em Volts (V) e a capacidade, medida em Ampere-hora (A.h). O produto de ambas resulta na quantidade de energia armazenada pela bateria. Na prática, com esta energia armazenada, a bateria pode fornecer corrente elétrica para um circuito externo, sendo que esta corrente de descarga não é constante com o passar do tempo, o que caracteriza um efeito não-linear da bateria e que influencia diretamente em seu tempo de vida. Dentre as características não-lineares de uma bateria podem ser citadas: o efeito de recuperação, onde através de uma reação eletroquímica, ela tem sua capacidade efetiva aumentada, porém isto só ocorre no período de relaxação da bateria, ou seja, quando a corrente elétrica exigida dela é nula ou reduzida significativamente; nível cut-off, que é o valor limite de capacidade em que a bateria consegue fornecer uma tensão elétrica constante, quando é atingido este valor, a bateria não tem mais capacidade de fornecer corrente elétrica para um circuito externo; efeito da taxa de capacidade, que depende da capacidade atual da bateria e de seu perfil de corrente elétrica de descarga. Devido a estas características não-lineares da bateria, torna-se difícil determinar seu tempo de vida. Uma forma de determinar este tempo de vida é através do uso de um modelo matemático que possa descrever adequadamente o perfil de descarga da bateria. Na literatura técnica podem ser destacados alguns modelos tais como: modelos eletroquímicos, modelos de circuitos elétricos, modelos estocásticos e modelos analíticos, estes últimos são computacionalmente eficientes e flexíveis, pois utilizam expressões analíticas simples, e podem ser configurados facilmente para diferentes tipos de baterias. Este trabalho baseia-se no modelo analítico de difusão de Rakhmatov-Vrudhula, na qual a expressão matemática geral relaciona à carga  $i(t)$ , o tempo de vida  $L$ , e dois parâmetros da bateria  $\alpha$  e  $\beta$  que precisam ser estimados, onde  $\alpha$  está relacionado a capacidade da bateria e  $\beta$  está relacionado ao comportamento não-linear da bateria durante os períodos de carga e descarga. Existem algumas técnicas que podem ser utilizadas para estimar ou definir estes parâmetros não-lineares, e no caso do modelo de Rakhmatov-Vrudhula é usada a técnica dos mínimos quadrados considerando a curva de carga e descarga de uma bateria de lítion-íon. Sendo assim, o objetivo principal deste trabalho será investigar outras técnicas de identificação



# CT&I e SOCIEDADE

XVIII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA  
XV JORNADA DE PESQUISA  
XI JORNADA DE EXTENSÃO

4 a 8 de OUTUBRO de 2010



de sistemas, tais como, método das variáveis instrumentais, método recursivo, algoritmo kaczmarsz, que podem ser utilizados para a estimação dos parâmetros não-lineares de uma bateria. Por fim, uma comparação entre as técnicas abordadas determinará qual é a mais adequada.

<sup>1</sup> Trabalho vinculado ao projeto de Pesquisa “Aplicação de Modelos Matemáticos na Predição do Tempo de Vida das Baterias que Alimentam Dispositivos Móveis”.

<sup>2</sup> Bolsista CNPq, aluno do Mestrado em Modelagem Matemática, da UNIJUI

<sup>3, 4</sup> Docentes do Mestrado em Modelagem Matemática da UNIJUI

<sup>5</sup> Bolsista CAPES, aluno do Mestrado em Modelagem Matemática, da UNIJUI