

2.1.1 Introdução à Simulação do Modelo de Célula

Agora vamos nos basear diretamente no conhecimento fundamental estabelecido anteriormente. Enquanto havíamos nos concentrado nos requisitos de alto nível de um BMS, nosso foco agora será fornecer as ferramentas essenciais necessárias para começar a projetar os algoritmos sofisticados que atendem a esses requisitos.

0 Papel Fundamental dos Modelos Matemáticos

Aprendemos sobre estados críticos da bateria, como Estado de Carga (SOC), Estado de Saúde (SOH), potência disponível e energia disponível. Um desafio fundamental no gerenciamento de baterias é que nenhuma dessas grandezas cruciais pode ser medida diretamente com um sensor. Elas devem ser *estimadas*. Para criar algoritmos de estimação robustos e precisos, primeiro precisamos de um **modelo matemático** — um conjunto de equações matemáticas que descreve com precisão como uma célula de bateria funciona. O foco principal deste curso é desenvolver e entender esses modelos.

Uma vez que temos um modelo matemático confiável, ele proporciona um benefício adicional e poderoso: a **simulação**. Podemos usar o modelo para desenvolver programas de computador que simulam como células individuais e pacotes de bateria completos se comportarão em ambientes operacionais realistas. Além disso, ao combinar um modelo de bateria com um modelo da carga que ela alimentará (como um veículo elétrico), podemos co-simular todo o sistema. Essa capacidade é uma ferramenta inestimável para os engenheiros, permitindo que eles avaliem e refinem o projeto de um sistema completo em um ambiente virtual antes de construir qualquer hardware físico.

Objetivos e Habilidades Adquiridas

Você aprenderá o fluxo de trabalho completo para criar e utilizar um modelo de célula de bateria. Ao final deste curso, você terá adquirido várias habilidades valiosas e práticas:

- **Desenvolvimento de Modelos:** Você aprenderá a escrever as equações matemáticas específicas que descrevem a resposta de tensão de uma célula de bateria a um estímulo de corrente de entrada. Você será capaz

de explicar o propósito de cada componente dentro de um modelo de célula de bateria de **circuito equivalente** padrão.

- **Parametrização:** Você aprenderá quais testes de laboratório devem ser realizados em uma célula física para coletar os dados de caracterização necessários. Em seguida, aprenderá a analisar esses dados para calcular tanto valores de parâmetros aproximados quanto mais exatos e otimizados para as constantes dentro das equações do modelo, incluindo métricas chave como eficiência coulômbica e capacidade total.
- **Simulação:** Você aprenderá a escrever código de computador usando a linguagem de programação **Octave** (que é muito semelhante ao MATLAB) para simular o comportamento dinâmico de células e pacotes de bateria. Isso incluirá a capacidade de prever o comportamento de pacotes construídos com células que apresentam variações de fabricação de célula para célula.
- **Aplicação em Nível de Sistema (Módulo Avançado):** Se você optar por concluir a seção avançada, aprenderá a simular uma carga de bateria representativa — um veículo elétrico — e a combiná-la com um modelo de bateria para prever resultados em nível de sistema, como o dimensionamento necessário de motores, componentes do trem de força (*drivetrain*) e do próprio pacote de bateria.