

2.2.1 Equipamento de Laboratório para Caracterização de Células

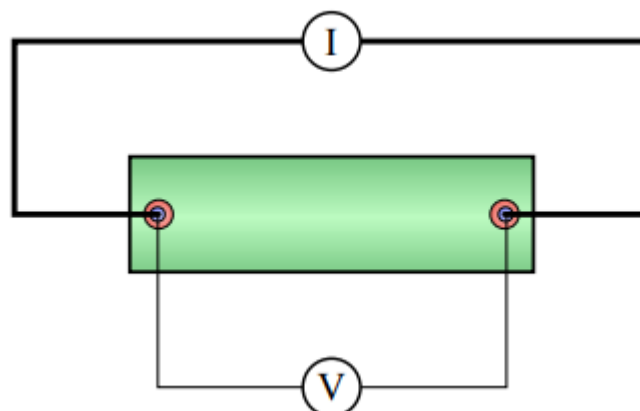
Aprendemos a desenvolver as equações que definem o modelo de célula Corrigido e Aprimorado (ESC) para uma célula de bateria de íon-lítio. Agora, nosso foco se volta para o processo prático de encontrar os valores dos **parâmetros** desconhecidos (as constantes) nessas equações para descrever uma célula física específica.

Este processo envolve duas etapas principais: primeiro, devemos **coletar dados** da célula usando procedimentos de laboratório cuidadosamente definidos e, segundo, devemos **processar esses dados** para gerar os valores dos parâmetros. A identificação dos parâmetros é dividida em duas partes, que abordaremos em semanas separadas:

- **Parâmetros Estáticos:** A relação da Tensão de Circuito Aberto (OCV) em função do Estado de Carga (SOC) e da temperatura. Este será o foco desta semana.
- **Parâmetros Dinâmicos:** As resistências e capacitâncias do modelo. Estes serão o foco da próxima semana.

A Conexão Kelvin de Quatro Fios

Ao realizar testes de laboratório em uma célula de bateria, é absolutamente fundamental que os dados coletados sejam precisos e representativos do comportamento da célula, sem serem corrompidos pelo próprio aparato de medição. Por essa razão, é essencial usar uma **conexão de quatro fios**, também conhecida como **conexão Kelvin**.



- **O Problema com uma Conexão de Dois Fios:** O equipamento de teste fornece correntes elevadas à célula através de um par de cabos. Esses cabos possuem sua própria resistência. Se usássemos os mesmos dois cabos para medir a tensão, a medição incluiria não apenas a tensão da

célula, mas também a queda de tensão através dos cabos de corrente. Isso introduziria um erro de medição significativo, fazendo com que nosso modelo descrevesse a célula e os cabos de teste, em vez de apenas a célula.

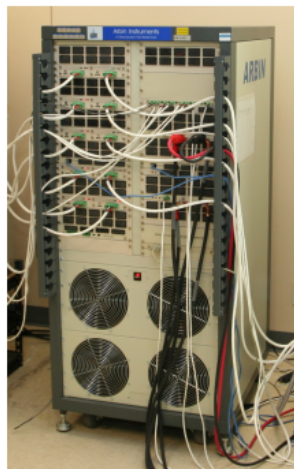
- **A Solução com Quatro Fios:** A conexão Kelvin resolve este problema usando pares de fios separados para funções distintas. Dois fios (geralmente mais grossos) são usados para fornecer e drenar a alta corrente, enquanto dois fios diferentes (geralmente mais finos) são conectados diretamente aos terminais da célula com o único propósito de medir a tensão. Como os fios de detecção de tensão transportam uma corrente praticamente nula, não há queda de tensão significativa através deles. Isso garante que o voltímetro meça com precisão a verdadeira tensão terminal da própria célula.

Equipamentos de Laboratório Essenciais para a Caracterização de Células

A coleta de dados de caracterização de alta qualidade requer equipamentos de laboratório especializados, principalmente um ciclador de bateria e uma câmara ambiental.

O Ciclador de Bateria: Controlando e Registrando Dados Elétricos

Um **ciclador de células de bateria** é um equipamento controlado por computador projetado para executar testes precisos em células de bateria.



- **Função:** Ele pode fornecer ou drenar um perfil de corrente ou potência precisamente controlado para a célula ao longo do tempo, conforme especificado por um programa de teste do usuário. Simultaneamente, ele mede e registra a resposta real da célula, incluindo a corrente, a tensão e a temperatura reais.

- **Características:** O exemplo mostrado, possui 12 canais de teste independentes, permitindo que até 12 testes sejam realizados simultaneamente. Cada canal utiliza uma conexão Kelvin de quatro fios para a célula e conexões de dois fios para os sensores de temperatura (termistores). Este equipamento é altamente configurável em termos de número de canais e faixas de corrente.

A Câmara Ambiental: Controlando as Condições Térmicas

Como as características de uma célula de bateria são altamente dependentes da temperatura, a maioria dos testes deve ser realizada em um ambiente com temperatura controlada e constante. Isso é realizado usando uma **câmara ambiental** ou **câmara térmica**.



- **Função:** Uma câmara ambiental é um gabinete isolado que pode manter com precisão uma temperatura ambiente constante em uma ampla faixa (por exemplo, de -45°C a 190°C).
- **Características:** Essas câmaras podem ser programadas para manter uma temperatura fixa ou para seguir um perfil de temperatura ao longo do tempo. Sistemas mais avançados podem também incluir controle de umidade e capacidade de resfriamento rápido para testes de choque térmico.