

# ANÁLISE DE DESEMPENHO DE CÉLULAS DE LIPO SUBMETIDAS A DIFERENTES TEMPERATURAS

Gabriela Cristina Pedrosa Brito<sup>1</sup>, Fabio Delatore<sup>2</sup>

<sup>1,3</sup> Engenharia de Automação e Controle, Centro Universitário FEI

<sup>2</sup> Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI

[gabrielacpbrito@gmail.com.br](mailto:gabrielacpbrito@gmail.com.br)

[fdelatore@fei.edu.br](mailto:fdelatore@fei.edu.br)

**Resumo:** A proposta desta pesquisa é analisar a influência da temperatura nas células da *pack* da bateria sob os aspectos de descarga a uma taxa constante e como essa influência pode impactar no desempenho final do carro, em termos de autonomia. Com a variação de temperatura fora dos padrões recomendados, houve uma descarga mais rápida, fazendo os ciclos de vida acabarem mais rápido, portanto, a bateria dura menos anos.

## 1. Introdução

Devido ao avanço da tecnologia, em nosso cotidiano é comum usarmos aparelhos como celulares, notebook e tablets, que dependem de uma bateria, uma fonte de energia finita e recarregável, que ao ser descarregada torna os dispositivos inutilizáveis até a próxima recarga.

As baterias são aparelhos que convertem energia química armazenada em energia elétrica por meio da reação eletroquímica de oxidação-redução. Quando a bateria está sendo descarregada, ocorre a oxidação no ânodo e os elétrons são liberados no sistema, e no cátodo ocorre a redução dos elétrons, por se tratar de uma bateria recarregável esse processo de descarga, pode ser revertido na hora da recarga.[1].

A bateria que iremos usar para a pesquisa é a de **lítio polímero**, lançada no mercado em 1999. Na composição da sua célula, o eletrólito é de polímero sólido invés de eletrólito líquido, inibindo o risco de explosão, pois não há mais sais líquidos como eletrólito. Sua principal vantagem em relação a bateria de lítio-íon é no aspecto constitutivo, pois são mais finas, leves e flexíveis, permitindo variações de formato e tamanho, além de uma melhor relação entre densidade de energia e segurança, porém são mais caras do que as baterias de íon de lítio.

Existem alguns efeitos que podem influenciar no tempo de vida de uma bateria como: efeito de recuperação, taxa de capacidade e temperatura.

O efeito de recuperação é a reorganização uniformemente dos elétrons no eletrólito durante um período de relaxamento, portanto, quando a corrente de descarga é inexistente ou reduzida significativamente. Esse efeito serve para recuperar a capacidade “perdida” durante altas descargas, portanto, aumentando a capacidade efetiva da bateria e o tempo de vida até que chegue ao nível de *cutoff* (quando a bateria é considerada descarregada, chegando ao estado mínimo de carga da bateria) é importante lembrar que a energia recuperada nunca será maior ou igual a energia inicial.

Na figura 1 são apresentados dois tipos de descargas, uma contínua e uma intermitente, onde o efeito de

recuperação pode ser observado em forma de gráfico. Durante a descarga nos períodos que a corrente foi nula ou tendeu a tal, a bateria teve tempo de se recuperar, resultando no aumento de capacidade consequentemente no aumento do tempo de vida. No entanto, para a descarga contínua não existe esse tempo para a reorganização da bateria, portanto seu tempo de vida é menor.



Figura 1 – Efeito de recuperação

Um outro efeito que influencia o desempenho da bateria é a taxa de capacidade que é a relação entre a capacidade atual da bateria e a intensidade da corrente de descarga [1]. Durante uma corrente de descarga alta não ocorre a possibilidade de que o efeito de recuperação aconteça, pois os elétrons não ficam por tempo suficiente no eletrólito para que ocorra a reorganização, portanto a capacidade efetiva e o tempo de vida da bateria serão menores [1].

Conforme a temperatura aumenta, há um aumento da taxa de reação, gerando cada vez mais potência, fazendo com que ocorra um aumento da dissipação de calor, promovendo uma temperatura mais elevada. A não ser que o calor gerado se dissipe mais rápido do que ele é produzido, onde a temperatura só aumenta até o ponto que poderá ocorrer danos irreversíveis ou até mesmo um curto-circuito da bateria.

Há casos em países que a temperatura ambiente é abaixo de zero, mesmo o carro estando parado, existem sensores que provocam o aquecimento ou ativam arrefecimento da bateria, porém, às vezes não é suficiente, deixando a temperatura do sistema abaixo do ideal fazendo com que quando o carro for usado, ocorrerá uma diminuição na taxa de reação química da bateria, temperatura e redução da capacidade de transportar corrente durante a carga e descarga. Além disso, a redução da taxa de reação torna mais difícil inserir íons de lítio em espaços de intercalação. O resultado é a redução de potência e do revestimento de lítio causando a perda de capacidade de armazenagem de carga.

A potência máxima do carro é alcançada quando está entre 20°C e 40°C, sendo que fora dessa faixa torna-se inadequada para a operação do carro.

## 2. Metodologia

Os materiais utilizados no projeto foram disponibilizados pela equipe Fórmula FEI Elétrico (células LiPO), instrumentos de bancada (fonte de tensão, voltímetro e amperímetro) fornecidos pelo CLE – Centro de Laboratórios Elétricos e para o banho térmico foi utilizado um soprador térmico, gelo comum e uma caixa de isopor para que não houvesse interferência externa na temperatura da bateria, equipamento disponibilizado pelo CLQ – Centro de Laboratórios Químicos.

Para o estudo do projeto foram realizadas recargas a uma tensão constante, respeitando os limites sugeridos pelo fabricante, a corrente elétrica nunca ultrapassou um valor de segurança para o procedimento ser executado sem a necessidade de um BMS (*Battery Management Systems*). Atingida a tensão de 4,2V, foi aguardado alguns minutos para a estabilização energética e foi iniciado o processo de descarga da célula, a uma taxa constante de corrente de 1A para o modelo de célula usada.

As medições de tensão e corrente foram feitas em intervalos de 5 em 5 minutos, na descarga e na recarga. Posteriormente foi calculada a resistência interna da célula. Para a montagem do circuito na hora do resfriamento foi utilizado um invólucro plástico para isolar a célula do gelo que foi usado como uma espécie de banho térmico.

O procedimento de recarga e descarga, após as experiências em temperatura ambiente, foram realizadas em 2 diferentes temperaturas: 18°C e 50°C, seguindo todos os parâmetros anteriormente citados. O tempo previsto de espera para homogeneização da temperatura da célula quando imersa no banho térmico foi de 10 minutos.

Através da Lei de Kirchoff, foi isolado o  $r$  da equação para que pudéssemos analisar a resistência interna da célula de bateria de LiPO.

$$E = V_r + V_{Li} \rightarrow E = r \cdot I + V_{Li} \quad (1)$$

$$r = \frac{E - V_{Li}}{I} \quad (2)$$

Foi realizado o referido cálculo para saber como a resistência da bateria se comporta conforme a temperatura é alterada. A tensão da célula da bateria é representada pelo  $E$ , o  $r$  a resistência interna da célula, o  $V_{Li}$  é o valor da tensão sobre a carga do sistema.

## 3. Resultados

Nas experiências realizadas com temperatura ambiente de 20°C a 30°C, a média do tempo de descarga, recarga e resistência interna das três células ficou em torno de 6 horas e 40 minutos, 3 horas e 0,066 ohms, respectivamente.

Já com aquecimento de 40°C a 50°C, a média do tempo de descarga, recarga e resistência interna das três

células ficou em torno de 3 horas, 1 hora e 30 minutos e 0,0714 ohms, respectivamente.

No entanto, com resfriamento de 6°C a 10°C, a média do tempo de descarga, recarga e resistência interna das três células ficou em torno de 4 horas e 30 minutos, 1 hora e 20 minutos e 0,0845 ohms, respectivamente.

## 4. Conclusões

Através da análise de descarga de tensão e corrente pelo tempo em temperatura ambiente, podemos observar que quanto maior a corrente menor será o tempo de vida da bateria, pois não ocorre o efeito de recuperação, restando mais carga na célula que são consideradas insuficientes para que ocorra mais descargas, chegando ao nível de *cutoff*.

Porém, com a corrente de descarga mais baixa o tempo de vida é maior devido ao efeito de recuperação que faz com que os eletroativos se reorganizem podendo ocorrer mais descargas usando todas as cargas disponíveis até chegar no nível de *cutoff*.

No entanto, nas experiências de aquecimento e resfriamento da célula a resistência interna da célula aumentou, portanto, a corrente diminuiu, entretanto, as descargas foram mais rápidas. Pois nessas experiências as temperaturas de polos extremos influenciam a parte química da célula deixando os elétrons desorientados, não ocorrendo o processo de recuperação.

## 5. Referências

- [1] L. F. Modelagem Matemática do Tempo de Vida de Baterias de Lítio Íon Polímero através de Modelos Híbridos, (2015).
- [2] L. A. BUFALO, Gerenciamento térmico da bateria em veículos elétricos: o sistema líquido combinado, XXV Simpósio Internacional de Engenharia Automotiva, 2017.
- [3] S. D. K. Lahiri, Battery-driven system design: A new frontier in low power design, in Proceedings of the 2002 Asia and South Pacific Design Automation Conference. IEEE Computer Society, 2002.