



**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** XX Seminário de Iniciação Científica

## **APERFEIÇOAMENTO DE UM TESTBED PARA AVALIAÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS DE PREDIÇÃO DO TEMPO DE VIDA DAS BATERIAS QUE ALIMENTAM DISPOSITIVOS MÓVEIS.<sup>1</sup>**

**Heriberto Brill Nonemacher<sup>2</sup>, Paulo Sérgio Sausen<sup>3</sup>.**

<sup>1</sup> Projeto de pesquisa desenvolvido no Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, pertencente ao Grupo de Automação Industrial e Controle.

<sup>2</sup> Estudante do Curso de Engenharia Elétrica do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, integrante do Grupo de Automação Industrial e Controle, bolsista FAPERGS. E-mail: hbn211@gmail.com.

<sup>3</sup> Professor do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, participante do Grupo de Automação Industrial e Controle. E-mail: sausen@unijui.edu.br.

**Resumo:** Devido ao grande interesse da atual sociedade por mobilidade, os dispositivos móveis estão cada vez mais evoluídos, tendo como características o alto poder de processamento e a necessidade de baixo consumo de energia. Atualmente, os dispositivos móveis, como tablets, buscam eficiência energética, para garantir o funcionamento superior a 10 horas. Porém, é uma estimativa linear, na melhor das hipóteses, do equipamento. É por estes motivos que algoritmos de predição do tempo de vida da bateria e gerenciamento de consumo são cada vez mais necessários. Entretanto, existe várias dificuldades em prever o tempo de vida de uma bateria, devido a parâmetros como temperatura, ciclos de carga e efeitos de recuperação. Este resumo visa apresentar os estudos realizados objetivando o aperfeiçoamento de uma plataforma de testes já desenvolvida em projetos anteriores. Tais melhorias focam, especialmente, na nova estrutura de gerenciamento e no aumento do número de baterias utilizadas pela plataforma.

**Palavras-Chave:** Corrente; Capacidade; Descarga.

### **Introdução**

O desenvolvimento de componentes eletrônicos cada vez menores e com maior poder computacional estão sendo utilizados para suprir diversas necessidades do cotidiano das pessoas. O celular e o tablet, por exemplo, podem ser considerados os aparelhos eletrônicos que mais obtiveram desenvolvimento tecnológico nesta categoria. Atualmente estes dispositivos são capazes de conectar-se à internet, fazer vídeo-chamadas, captação de TV digital, localização via satélite, entre outras aplicações.

Com a consolidação dos dispositivos móveis observa-se cada vez mais a necessidade de se desenvolver métodos capazes de não somente prever o tempo de vida das baterias como de auxiliar na tarefa de aumentar a autonomia das mesmas. Os dispositivos móveis, cada vez mais, empregam métodos para otimizar a capacidade de fornecimento de energia de suas fontes, aproveitando-se, principalmente, do efeito de recuperação da bateria, evento que acarreta em uma reorganização dos elétrons da mesma (SCHNEIDER, 2011). Com isto, sistemas como





**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico

**Evento:** XX Seminário de Iniciação Científica

chaveamento de núcleos, desligamento de interfaces e multiplicadores de frequência causam uma curva que caracteriza perfis dinâmicos, gerando diferentes intensidades de corrente no domínio do tempo.

Outra variável para a predição do tempo de vida é o efeito da taxa de capacidade, a qual depende da capacidade atual da bateria e da intensidade da corrente aplicada, ou seja, quando empregada uma alta corrente de descarga, a capacidade efetiva da bateria é baixa, pois não consegue reorganizar os elétrons no eletrólito a tempo hábil (JONGERDEN e HAVERKORT, 2008).

Na predição do tempo de vida de bateria também devem ser levada em conta características físicas que, podem, alterar sua capacidade de carga. Fatores como temperatura, umidade e ciclos de descarga são decisivos neste processo.

Uma das formas de estimar o tempo de vida das baterias é a utilização de modelos matemáticos. No entanto, é necessário validar a sua acurácia, através de experimentos físicos. Com isso, um sistema que emula uma resistência variável, simulando um sistema real, é de vital importância para o correto processo de validação destes modelos. Como forma de auxiliar neste processo, foi desenvolvida uma plataforma de descarga de baterias, no projeto de pesquisa “Desenvolvimento de um Testbed para validação de modelos matemáticos de predição do tempo de vida das baterias que alimentam dispositivos móveis (NONEMACHER, MINELLI e SAUSEN, 2010). Este projeto está sofrendo melhorias que serão descritas neste artigo. A seguir, serão apresentados os aperfeiçoamentos da nova plataforma, que será capaz de descarregar até quatro baterias, com maior precisão.

## Metodologia

Na primeira versão da plataforma de descarga de baterias, a mesma contava apenas com um software e um hardware, que se comunicavam através de um canal serial RS232. Devido à instabilidade da comunicação serial, foi realizada a atualização, para comunicação USB (Universal Serial Bus), entre plataforma e PC. Também está sendo atualizado o software, para uma nova proposta de gerenciamento e monitoria, desmembrando o mesmo em duas camadas. A camada de gerenciamento, escrito em C++, utilizando a plataforma de programação Microsoft Visual Studio 2012, e a camada de monitoramento, tema do próximo período de aperfeiçoamento, que será uma interface WEB, facilitando o acesso remoto pela internet, trazendo controle sobre o estado da descarga, em qualquer momento e em qualquer lugar.

Na comunicação USB utilizou-se um microcontrolador PIC18F2550, da Microchip, responsável por tratar informações recebidas e enviadas, tanto para a USB como também para o SPI (Serial Peripheral Interface) do DSP (Digital Signal Processor), devido ao alto volume de informações transmitidas. Também foi aplicado um circuito isolador na comunicação SPI, fazendo com que todas as possíveis interferências induzidas no barramento USB não afetem o sensoriamento efetuado pelo DSP.

O software, apresentado na Figura 1, foi atualizado para gerenciar até quatro baterias, no projeto inicial este processo contemplava apenas uma bateria. O software de gerencia apresenta informações instantâneas sobre a plataforma, como corrente, tensão, temperatura, número de amostras e duração. Também é responsável pelo cadastro do tipo de bateria e pela manutenção dos





**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico

**Evento:** XX Seminário de Iniciação Científica

perfis de descarga, que podem ser do tipo constante ou dinâmico. Ele também é responsável por efetuar a interface entre o Hardware e a interface Web.

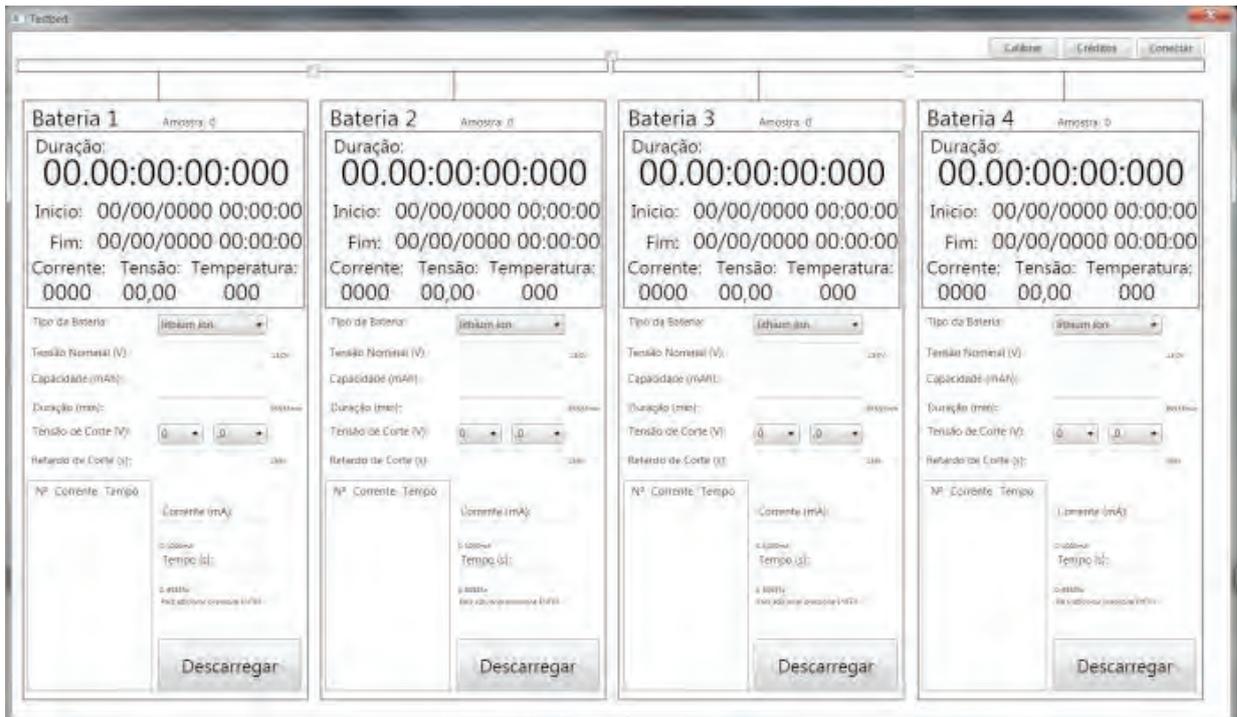


Figura 1: Software da nova plataforma.

O Hardware consiste em uma placa, apresentado na Figura 2, com todos os circuitos de controle, sensoriamento e comunicação. Todos estes circuitos são gerenciados a partir de um kit DSP, da Spectrum Digital, com o microcontrolador DSP, da Texas Instruments, modelo TMS320F28335.



**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** XX Seminário de Iniciação Científica

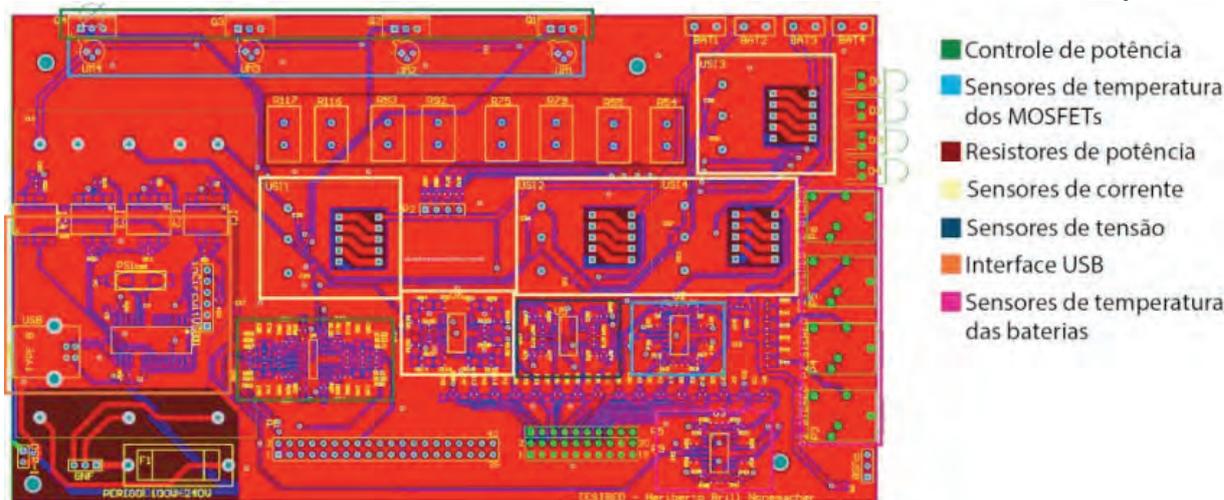


Figura 2: Layout do novo Hardware.

As principais características do microcontrolador DSP são: Clock da máquina de 150MHz; cálculo em ponto flutuante; 68KB de memória RAM; 512KB de memória; FLASH; Conversor analógico-digital, com 12 bits de resolução, 12,5MSPS; Comunicação SPI, I2C.

O principal desafio da plataforma é controlar a corrente, de forma dinâmica e precisa. Para isto, foi proposta uma nova planta de atuação sobre os níveis de corrente. O objetivo é apenas aplicar uma tensão de Gate/Source na sua faixa de operação ativa. Por este motivo, foi desenvolvida uma malha de controle, utilizando a técnica de controle PID (Proporcional Derivativo Integrativo) (OGATA, 2010). Neste tipo de controle o objetivo do P é chegar mais rápido à estabilidade. A ação do I é a de corrigir o erro em regime, e a do D, atenuar o overshoot e acelerar o sistema.

Os resultados das simulações de controle são apresentados na Figura 3.

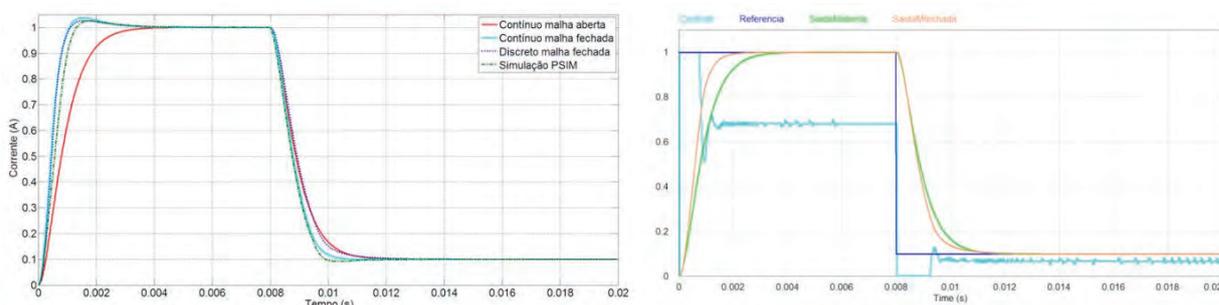


Figura 3: À esquerda, simulações do SIMULINK e do PSIM, e à direita, simulação do algoritmo de controle.

### Resultados e discussão

Para validação do projeto de melhora da plataforma, foi implementado o software em comunicação com o hardware, este software realiza as seguintes operações: gerenciamento de descarga, comunicação, e o funcionamento real do controle. O DSP foi configurado para trabalhar em uma



**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico

**Evento:** XX Seminário de Iniciação Científica

frequência de cálculo do controle de 37622 Hz, que é a mesma frequência do amostrador do conversor analógico digital e do modulador de largura de pulso.

Para validar o sistema foram realizados quatro ensaios. Os três primeiros apresentaram a resposta característica do controle sobre a planta, e o quarto ensaio mostrou o software gerenciando, de forma dinâmica, a descarga das baterias.

Na Figura 4 é apresentada a resposta do controle em um sistema real, quando solicitado 1A (1), 500mA (2) e 100mA (3).



Figura 4: Gráfico 1, resposta do controlador para 1A, gráfico 2, resposta a 500mA e gráfico 3, resposta a 100mA.

Para a descarga de 1A, obteve-se um excelente overshoot de apenas 4,7% e um tempo de convergência de aproximadamente 2ms. Já, para 500mA, obteve-se um overshoot de 7,8%, porém a convergência do valor levou aproximadamente 1,5ms. E, por fim, a resposta para 100mA apresentou um alto overshoot de 44,4% e aproximadamente 2,5ms para convergir ao valor de referência, valores superiores ao tolerado pelo sistema.

Todos os três ensaios apresentaram um pequeno erro no sensoriamento de corrente. No entanto, como o controle depende apenas do erro de referência, foi possível validar o funcionamento do mesmo.



**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico

**Evento:** XX Seminário de Iniciação Científica

O software, desenvolvido para a validação, gerou perfis aleatórios em um período de tempo de 1s, para realizar o teste de dinâmica do gerenciamento, ou seja, cada 1s o DSP irá alterar, através do seu controle, os valores de corrente sob a bateria. Veja o resultado na Figura 5.

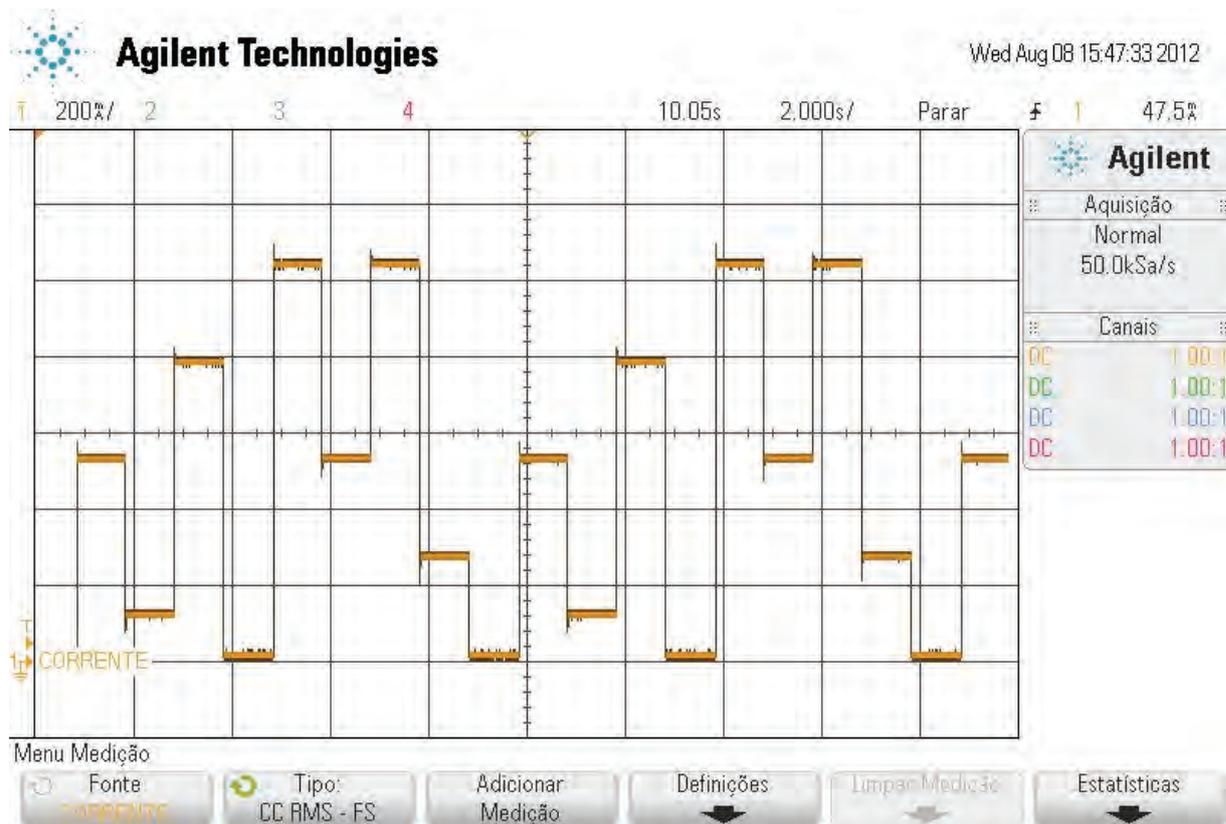


Figura 5: Corrente com descargas dinâmicas gerenciadas pelo software.

### Conclusões

O presente projeto não está concluído. Entretanto, os resultados parciais demonstram uma significativa melhora da plataforma, principalmente no controle que, com a atualização da arquitetura de microcontroladores, torna possível descarregar até quatro baterias simultâneas de forma rápida e precisa.

A inserção da comunicação USB passou a ser um canal confiável no envio e gerenciamento de informações entre software e hardware, principalmente com o adicional da isolação entre PC e plataforma, através de opto-acopladores.

Como trabalhos futuros pretende-se realiza o ajuste dos ganhos do controlador, a fim de reduzir o overshoot para correntes reduzidas ao mesmo tempo que será desenvolvido um algoritmo para calibração dos sensores da plataforma. Já, no software, será desenvolvido uma interface WEB, que realizará a comunicação com o software e permitirá o gerenciamento e monitoramento remoto dos testes realizados na plataforma.





**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** XX Seminário de Iniciação Científica

### Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS) a partir do Edital 02/2011 (PQG).

### Referências Bibliográficas

- JONGERDEN, M. R.; HAVERKORT, B. R. H. M. Battery Modeling. [S.l.]. 2008.  
MATHWORKS, 2012a. Disponível em:  
<<http://www.mathworks.com/help/toolbox/simulink/slref/pidcontroller.html>>. Acesso em: 2012 Agosto 11.
- NONEMACHER, H. B.; MINELLI, L.; SAUSEN, P. S. Desenvolvimento de um Testbed para avaliação de modelos matemáticos utilizados na predição do tempo de vida das baterias. Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia - CRICTE, Rio Grande, 2010.
- OGATA, K. Engenharia de Controle Moderno. 5<sup>a</sup>. ed. São Paulo: Pearson, 2010.
- SCHNEIDER, K.. Modelos Analíticos na Predição do Tempo de Vida de. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ. Ijuí, p. 72. 2011.