



GRUPO DE ESTUDO DE SUBESTAÇÕES E EQUIPAMENTOS DE ALTA TENSÃO - GSE

CARREGADOR ISOLADO PARA MANUTENÇÃO SIMULTÂNEA DE ELEMENTOS INDIVIDUAIS EM BANCOS DE BATERIAS CHUMBO-ÁCIDAS DE SUBESTAÇÕES DE ENERGIA

GIANCARLO CLERICI DAROS(1); JOÃO PEDRO SCHERER CIPRIANI(1); LUCAS MONTEIRO ILHA(1); GABRIEL DOS SANTOS ALLI(1); ALYSSON RANIERE SEIDEL(1); LEANDRO ROGGIA(1); ADRIANO PERES DE MORAIS(1); LEONARDO DE OLIVEIRA(1); LUCIANO FAVRETTO DA ROCHA(2) UFSM(1); CEEE-GT(2)

RESUMO

Neste trabalho é apresentado um protótipo de um dispositivo carregador de baterias. Este carregador permite a carga de elementos chumbo-ácidos individuais em Subestações de Energia Elétrica sem removê-los dos Bancos de Baterias. O sistema se baseia em dois estágios: um estágio abaixador, responsável por reduzir a tensão do barramento para um valor intermediário e um estágio isolado, em que quatro conversores são empregados, cada um sendo responsável pela alimentação de uma única célula. Projeta-se um filtro LCL para reduzir o ripple de corrente de saída e um par de controladores, para que o carregador siga curvas de carga definidas de tensão constante ou corrente constante.

PALAVRAS-CHAVE

Carregador de baterias, bancos de baterias, filtro LCL, tensão constante, corrente constante.

1.0 INTRODUÇÃO

Bancos de baterias (BBs) presentes em Subestações de Energia Elétrica (SEE) têm um papel fundamental para a proteção e confiabilidade do sistema elétrico, permitindo a operação dos sistemas de controle, proteção e comunicação em eventos de falhas elétricas. Esses bancos, geralmente formados por dezenas de baterias chumbo-ácidas em série, são frequentemente afetados por desbalanceamento de tensão entre as células (1) (2), o que é uma consequência da heterogeneidade entre os elementos durante o processo de fabricação e de operação.

Uma vez que o estado de carga (*State of Charge*, SoC) individual dos elementos não é individualmente controlado nas dependências das SEE, os elementos de um banco podem estar subcarregados ou sobrecarregados, fator esse crucial para a determinação da vida útil dos mesmos. O processo de monitoramento, teste e equalização demanda tempo e esforços consideráveis dos operadores, envolvendo alterações de bancos e deslocamento físico de elementos, desestimulando a correta manutenção de BBs. Soluções industriais variadas, desde balanceadores de baterias a sistemas completos de gerenciamento (*Battery Management Systems*, BMS), vêm sendo desenvolvidos e implementados com foco em tecnologias emergentes de baterias, como íon de lítio (3) (4). No entanto, menos atenção vem sendo dada para o nicho de aplicação em SEE. Em uma aplicação com tantos elementos individuais (entre 24 a 60 elementos), a instalação de um BMS completo é relativamente complexa e custosa.

Dessa forma, esse trabalho objetiva apresentar um carregador isolado de baterias que possui custo inferior aos BMS completos e que, sendo portátil, pode ser compartilhado entre diversos bancos e SEE, solucionando problemas de balanceamento de elementos específicos sem necessidade de alterar as conexões elétricas do banco.

Se atenção suficiente é dada para cada BB, as baterias podem manter seu estado de saúde (*State of Health*, SoH) e atingir longa vida útil, evitando o alto custo de reposição de elementos. O dispositivo carregador proposto, por se tratar de uma solução que pode ser compartilhada entre diversos BBs, deve possuir elevada capacidade de corrente quando comparada a um equalizador de baterias convencional, esse imóvel em SEE.

Em um primeiro momento, uma síntese sobre os modelos equivalentes para representação de baterias presentes na literatura é necessária para conhecer a carga e o sistema a ser desenvolvido. Destaca-se, ainda, a representação por circuito elétrico equivalente, modelo adequado para o desenvolvimento de conversores eletrônicos. Por se tratar de uma solução ativa de balanceamento, em que os elementos são carregados e equalizados, o dispositivo deve ser facilmente configurado para lidar com diferentes níveis e situações de carga. O sistema carregador, por sua vez, se

baseia em dois estágios: um conversor abaixador de tensão, responsável por reduzir a tensão do barramento (48 e 120 V, proporcionados pelas SEE) para um valor intermediário, de 12 V. Posteriormente, a solução emprega um estágio com quatro conversores isolados forward de dois interruptores, de forma que cada forward seja responsável pela alimentação isolada de uma célula de bateria. Além dessas especificações, questões importantes tratam sobre o nível de ondulação da corrente de saída. Projeta-se um filtro LCL para reduzir o *ripple* de corrente de saída, quesito fundamental para evitar a elevação da temperatura de baterias chumbo-ácidas (5). O controle do sistema segue as curvas de carga apropriadas, em que curvas de referência de corrente constante e tensão constante determinam os modos de carregamento das baterias e, por conseguinte, as malhas de controle do sistema. Por fim, medidas de temperatura, corrente e tensão são realizadas para cada saída, buscando evitar problemas de sobrecarga e má condição de uso da bateria, além de realimentar o sistema e torná-lo robusto às variações de carga, como as dependentes do SoC.

2.0 CARACTERIZAÇÃO DE BATERIAS CHUMBO-ÁCIDAS E EXTRAÇÃO DE PARÂMETROS

2.1 MODELO DA BATERIA CHUMBO-ÁCIDA

A literatura apresenta uma vasta gama de modelos possíveis para baterias chumbo-ácidas. A escolha do modelo a ser utilizado depende da aplicação e da complexidade do problema. Algumas aplicações apresentam resultados satisfatórios utilizando apenas um capacitor ou fonte de tensão equivalente em série com um resistor para modelar a bateria em questão (6) (7). No entanto, nesse projeto é dada atenção especial à modelagem da bateria chumbo-ácida, uma vez que se deseja desenvolver um carregador capaz de atender diversas especificações de baterias, assim como carregar elementos em diferentes situações de carga e, possivelmente, deteriorados.

Modelos voltados para o desenvolvimento de circuitos e conversores eletrônicos se baseiam em representações por circuito elétrico equivalente. Esses modelos podem ser mensurados considerando comportamentos transitórios e em regime permanente, além de possibilitarem simulações em *softwares* e metodologias clássicas de projeto de conversores. A Figura 1 mostra o circuito elétrico equivalente considerado para o desenvolvimento do projeto.

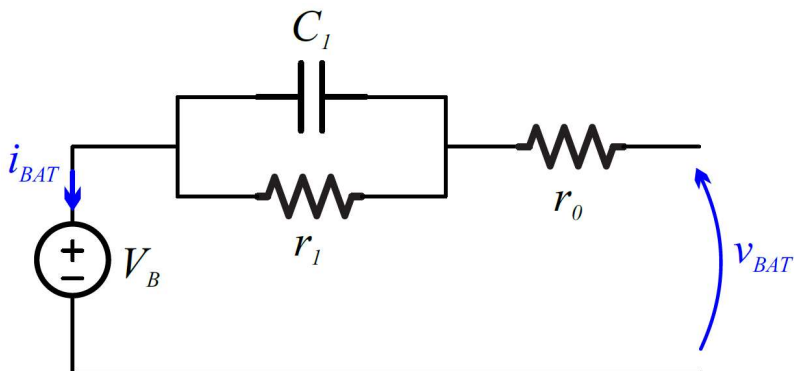


Figura 1 – Circuito elétrico equivalente contendo um ramo RC

Geralmente, a tensão de circuito aberto V_B é considerada a partir de uma relação não-linear com o SoC do elemento e, junto à dinâmica de r_0 , descreve o comportamento em regime permanente da bateria. A tensão $V_B(\text{SoC})$ é bem definida em alguns manuais de fabricantes, mas podem ser obtidos a partir de testes de carga e descarga.

A dinâmica transitória da bateria é representada a partir dos ramos RC, podendo ser adicionados ou reduzidos de acordo com a complexidade de modelo requisitada. Para a aplicação em questão, em que o carregador deve carregar em apenas uma carga ininterrupta, com frequência de comutação fixa, é utilizado apenas um ramo RC. No entanto, os valores de r_0 , r_1 e C_1 não estão disponíveis nos manuais dos fabricantes, necessitando serem inferidos a partir de testes de carga e descarga.

2.2 CURVAS DE CARGA

Perfis de carga ideais têm sido discutidos na literatura (6), podendo ser inferidas algumas características gerais esperadas em cargas de baterias chumbo-ácidas. A Figura 2 mostra o perfil de carga desejado para a aplicação em questão. A carga é dividida em duas partes: carga em corrente constante (*Constant Current*, CC), em que a bateria é submetida a uma corrente constante com valor I_{CC} até a tensão chegar ao valor máximo, definido como V_{CV} ; e carga em tensão constante (*Constant Voltage*, CV), em que a bateria é submetida a uma tensão constante até que a corrente estabilize em um valor recomendado (2). Os valores I_{CCs} e V_{CVs} representam as condições necessárias para o início de carga de cada perfil, assim como os valores I_{CC} e V_{CVEOC} indicam os valores no fim de carga de cada

perfil. As correntes de carga e descarga em que as baterias são submetidas, usualmente, são dadas por uma fração de sua capacidade nominal de carga, em Ampere-horas.

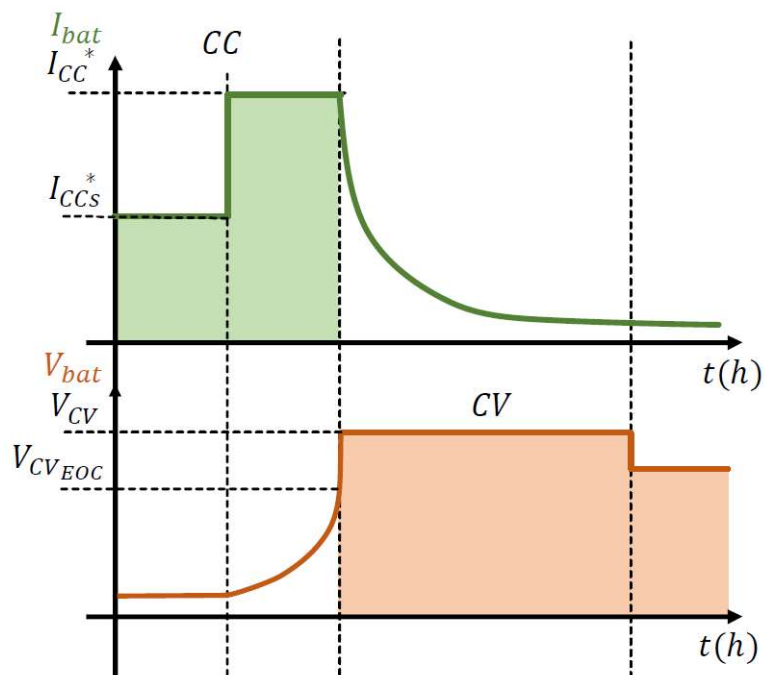


Figura 2 – Perfis de carga recomendados considerando CC e CV

Neste trabalho considerou-se baterias chumbo-ácidas ventiladas com capacidade nominal de corrente de 250 Ah, baterias estas utilizadas nos barramentos de telecomunicações (48 V) e serviços auxiliares (120 V).

2.3 PARÂMETROS CC E CA

A queda de tensão interna V_R , seja em processo de carga ou descarga, pode ser utilizada para inferir as resistências r_0 e r_1 , assim como a tensão de circuito aberto V_B . A média entre a tensão durante a carga e descarga aproxima a tensão V_B . Dessa forma, testes de carga e descarga foram realizados e a tensão média foi calculada, inferindo a tensão de circuito aberto. A Figura 3 ilustra os testes realizados e a tensão obtida.

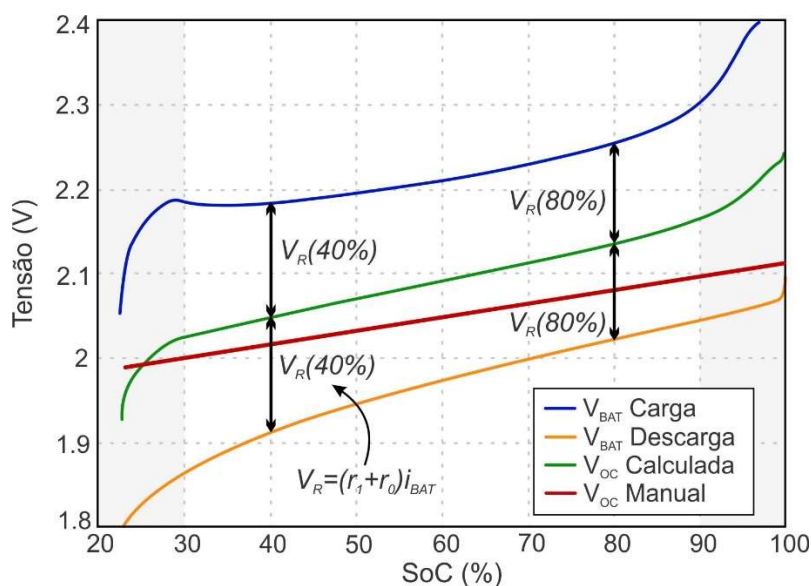


Figura 3 – Comparação entre curvas calculadas e do manual

A partir das curvas obtidas a partir de testes experimentais, pode-se inferir que $r_{BAT} = r_0 + r_1 = 5 \text{ m}\Omega$ para SoCs entre 30% e 90%.

Com o objetivo de separar os valores de r_0 e r_1 , testes de carga e descarga são realizados. Nestes testes, pequenas interrupções de carga considerando CC são programadas em determinados períodos de tempo. Uma vez dada a interrupção de carga em CC, grava-se os valores de tensão e observa-se o comportamento dinâmico da tensão, atentando para o tempo que leva para estabilizar a tensão na bateria. A partir de aproximações lineares, determinou-se $C_1 = 200 \text{ F}$, $r_1 = 3,6 \text{ m}\Omega$ e $r_0 = 1,6 \text{ m}\Omega$.

3.0 CARREGADOR DE BATERIAS

A solução proposta se baseia em dois estágios: um estágio abaixador, em que a tensão de entrada (48 - 150 V) é rebaixada para um nível intermediário de 12 V. Esse nível de tensão, além de proporcionar a alimentação para o segundo estágio, será parâmetro para o desenvolvimento dos circuitos de instrumentação, os quais alimentarão sensores de corrente, tensão e temperatura, além dos demais sistemas periféricos. O segundo estágio tem como objetivos principais: reduzir a tensão intermediária para níveis de carga de uma única célula de bateria (1,5 a 3 V); controlar a corrente de saída (2,5 a 25 A) e isolar galvanicamente o circuito de entrada da bateria. Além disso, um microcontrolador da série C2000 Delfino TMS320F28379D, da Texas Instruments, será utilizado para controlar os níveis de tensão, corrente e comunicação do protótipo. A Figura 4 ilustra o circuito completo do carregador proposto.

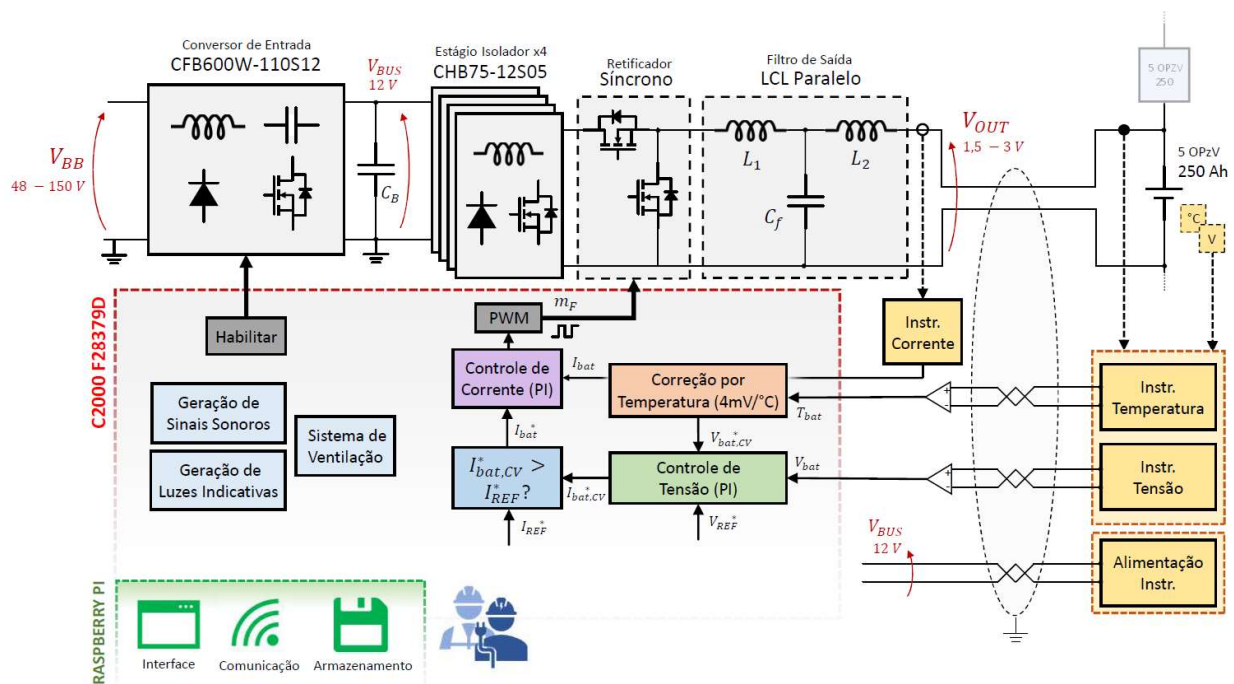


Figura 4 – Circuito completo do carregador

O circuito de controle é responsável por controlar a tensão e corrente de saída do conversor *buck* síncrono. O controle deste carregador é implementado através de um par de controladores, idealizado para operar com duas malhas: uma malha interna de corrente e uma malha externa de tensão. A Figura 5 mostra o circuito de controle implementado junto ao *buck* síncrono.

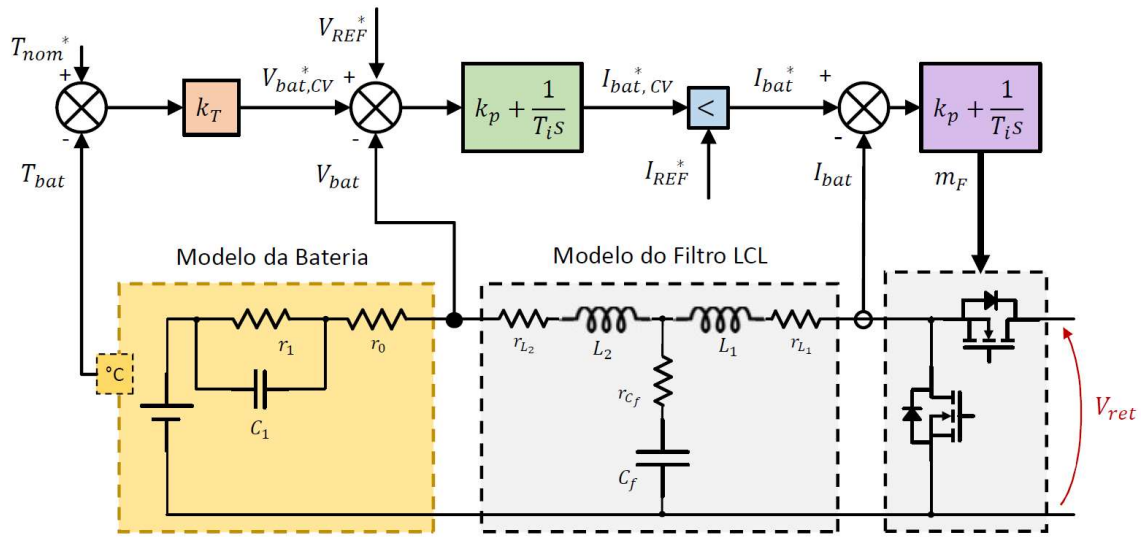


Figura 5 – Circuito de controle idealizado para o carregador proposto

Inicialmente, a temperatura da bateria (T_{bat}) é medida e comparada com um valor de referência (T_{nom}^*). Esse erro de temperatura será multiplicado por um ganho especificado pelo manual do fabricante (neste caso, $4 \text{ mV}/^\circ\text{C}$), o qual define o erro de tensão gerado por diferença de temperatura com relação a 25°C , gerando um sinal de correção de temperatura ($V_{bat,cv}^*$). A este valor será somado o valor de tensão desejado para o carregamento (V_{REF}^*) e subtraído o valor de tensão medido (V_{bat}). O erro resultante será incorporado a um controlador de tensão, provendo uma ação de controle de corrente na saída ($I_{bat,cv}^*$). Essa ação de controle ($I_{bat,cv}^*$) será comparada com o valor de corrente desejado para o carregamento (I_{REF}^*), sendo que o menor valor entre ambos será assumido como referência de corrente (I_{bat}^*). Finalmente, será subtraído dessa referência (I_{bat}^*) o valor de corrente medido (I_{bat}), o qual será incorporado ao controlador de corrente que, por fim, irá gerar o sinal de controle para os interruptores do *buck* síncrono (m_F).

4.0 RESULTADOS EXPERIMENTAIS E BANCADA DE TESTE

4.1 RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Implementou-se um protótipo carregador em bancada, buscando validar e consolidar o projeto e desenvolvimento da solução idealizada. Através deste, resultados experimentais foram obtidos a partir de testes de carga e descarga em baterias chumbo-ácidas. Em um primeiro teste buscou-se avaliar a funcionalidade do conversor *buck* síncrono. A Figura 7 mostra as formas de onda obtidas a partir de um teste de funcionamento, em que são mostrados os sinais de tensão na bateria (CH1), corrente na bateria (CH2) e tensão na saída do conversor (CH3). Neste caso temos um evento de aumento de corrente na bateria, de 5 A para 15 A, analisando as dinâmicas de tensão e corrente.

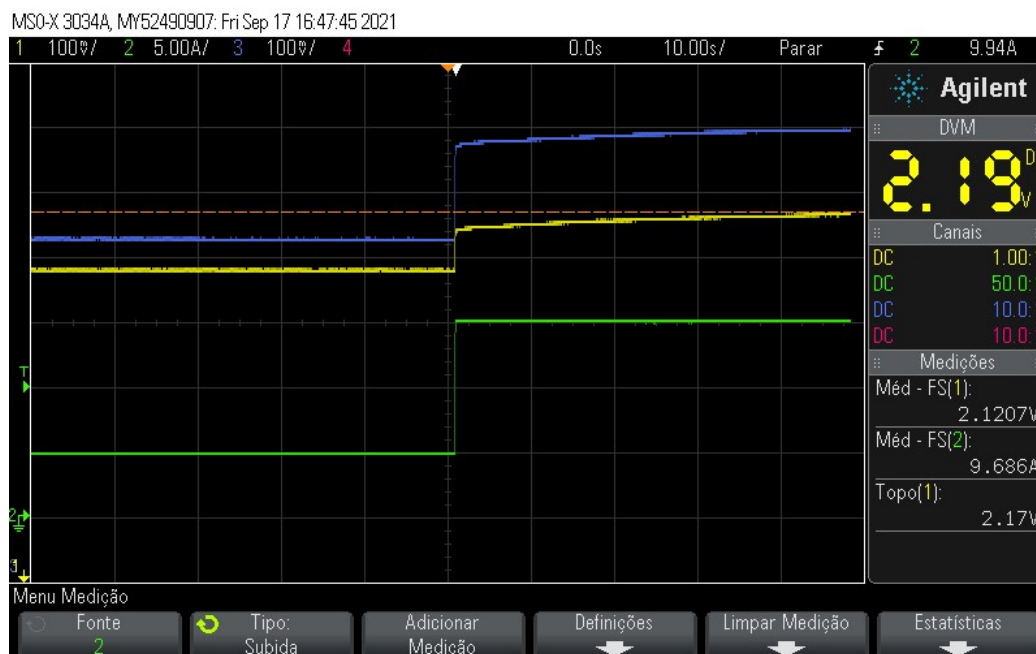


Figura 7 – Formas de onda de tensão na bateria (CH1 – 100 mV/div), corrente na bateria (CH2 – 5 A/div) e tensão na saída do conversor (CH3 – 100 mV/div). Escala horizontal: 10s/div

Denota-se os comportamentos de tensão na saída do conversor e tensão na bateria. Há uma queda de tensão entre ambas, a qual é justificada pela perda Joule nos cabos de conexão entre protótipo e bateria, o que já era esperada para a aplicação devido à alta corrente circulante.

Além disso, considerando esse mesmo teste, a Figura 8 mostra a mesma situação com escala horizontal amplificada. Essa visualização permite visualizar o comportamento amortecido das tensões e corrente, comportamento esse desejável para a aplicação.

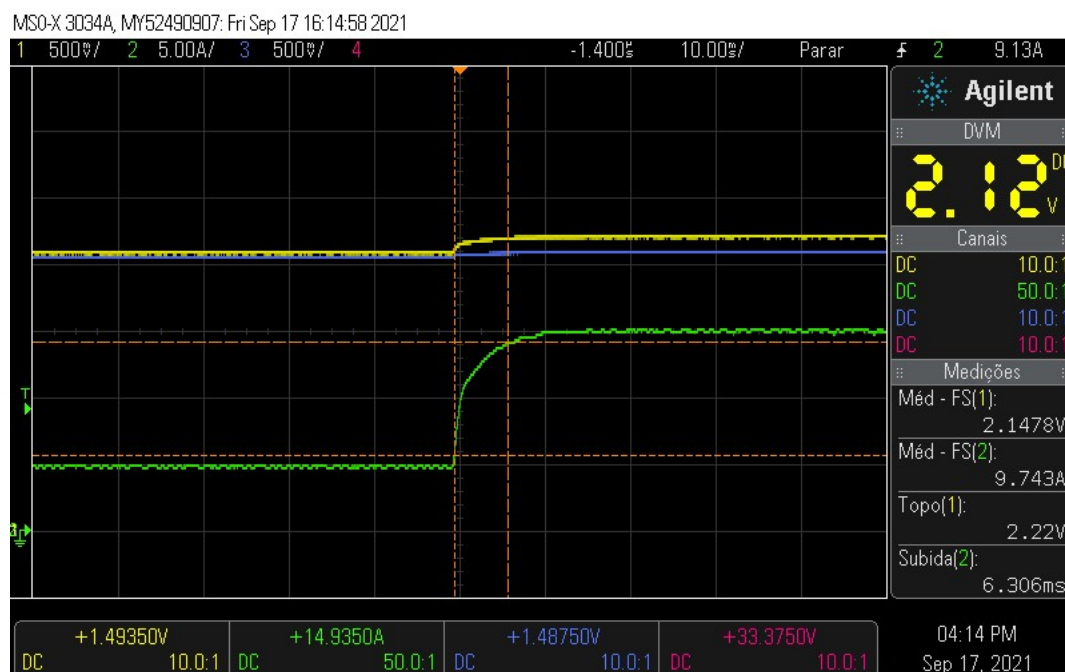


Figura 8 – Formas de onda de tensão na bateria (CH1 – 500 mV/div), corrente na bateria (CH2 – 5 A/div) e tensão na saída do conversor (CH3 – 500 mV/div). Escala horizontal: 10 ms/div

4.2 BANCADA DE TESTES

A bancada de testes organizada para testar o protótipo carregador contém, em sua maioria, aparelhos eletrônicos de bancada e uma interface para implementar o código de programação. Além disso, um banco de baterias chumbo-ácidas é mantido em flutuação, permanecendo disponível para testes de carga, descarga e envelhecimento de elementos. A Figura 9 mostra a bancada de testes, assim como a Figura 10 mostra um bolsista realizando as medidas necessárias durante a manutenção de rotina das baterias chumbo-ácidas em flutuação.

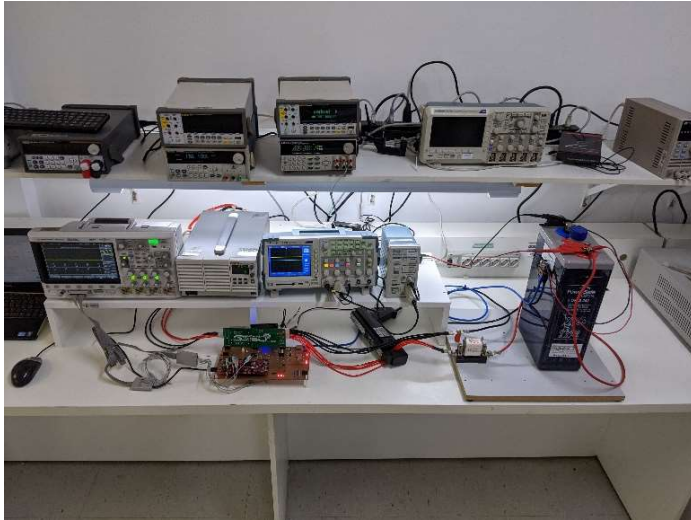


Figura 9 - Bancada de testes organizada



Figura 10 - Banco de baterias em medição

5.0 PROTÓTIPO CARREGADOR

O protótipo projetado e implementado compreende aspectos elétricos, os quais são definidos pelo projeto e desenvolvimento de conversores eletrônicos; e mecânicos, definidos por suporte, fixação e fabricação de placas de aço, bem como ventilação interna e periféricos indicadores, como iluminação e sinais sonoros.

O carregador concebido neste projeto estabelece um protótipo contendo quatro saídas, isto é, quatro baterias chumbo-ácidas podem ser carregadas ao mesmo tempo. É importante salientar que, por mais que o protótipo em questão possui quatro saídas, o mesmo não se limita a esse número, podendo ser construído para comportar um número maior de saídas. No entanto, o hardware deve compreender a capacidade de potência destas saídas adicionais, necessitando ser reprojetado. Um dos conversores de saída, composto por um conversor abaixador e um *buck* síncrono, é mostrado em bancada na Figura 11.



Figura 11 – Conversor abaixador e buck síncrono em bancada

Imagens ilustrativas do protótipo foram desenvolvidas em software CAD 3D buscando elucidar aspectos mecânicos relacionados ao carregador. As Figuras 12 e 13 mostram as imagens criadas em software 3D.

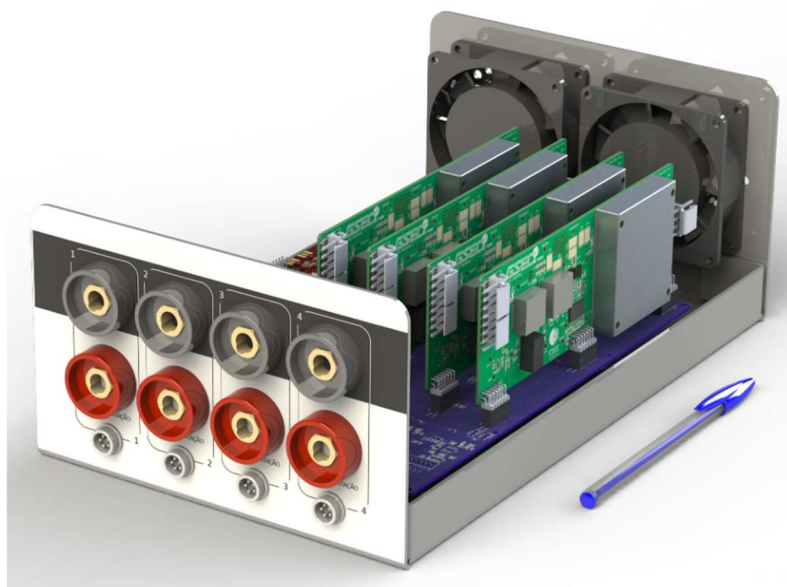


Figura 12 – Vista interna do protótipo



Figura 13 – Vista externa do protótipo

Além disso, o sensor de tensão e temperatura é idealizado através de uma placa eletrônica acoplada à bateria a ser carregada. Esta placa foi criada em software 3D e é mostrada na Figura 14.

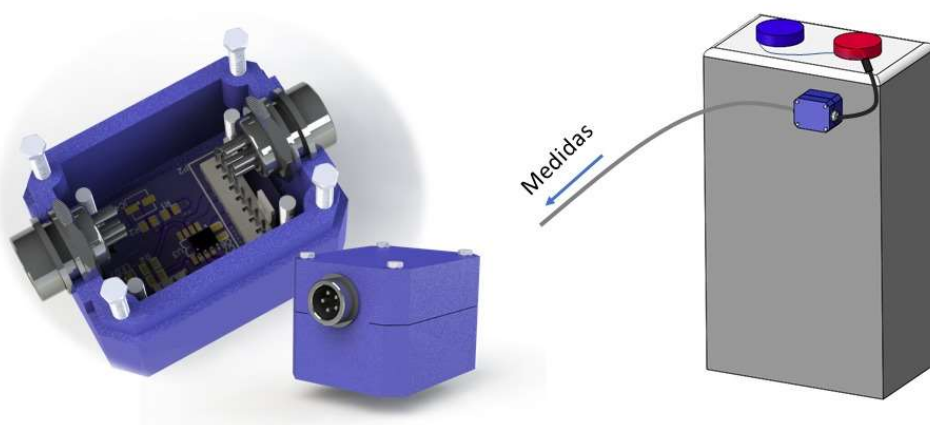


Figura 14 – Placa de sensores - Compartimento acoplado à bateria

6.0 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou a modelagem e extração de parâmetros de baterias chumbo-ácidas. Uma vez definidos o modelo por circuito elétrico equivalente, testes de carga e descarga de baterias foram realizados, buscando retirar dados de tensão e corrente durante estes processos e aproximar a dinâmica da bateria através de componentes elétricos. Obteve-se resultados satisfatórios quanto à extração de parâmetros. Posteriormente, desenvolveu-se uma ideia de carregador isolado de baterias capaz de controlar tensão e bateria em cada célula a partir de uma entrada constante, provida pelos barramentos de tensão contínua da subestação. Conversores do tipo *buck* síncrono foram empregados para a aplicação. Controladores de tensão e corrente foram projetados em cascata para controlar o sistema de carregamento. Sensores de tensão, corrente e temperatura foram confeccionados, uma vez que estas medidas são fundamentais para o adequado funcionamento do protótipo. Resultados experimentais validam e consolidam o projeto destes controladores, bem como a operação do carregador como um todo. Os resultados se mostraram satisfatórios, possibilitando controles de corrente e tensão constantes de forma individual para as baterias.

7.0 REFERÊNCIAS

- (1) S. WEST AND P. T. KREIN, "Equalization of valve-regulated lead-acid batteries: issues and life test results," INTELEC, International Telecommunications Energy Conference (Proceedings), pp. 439–446, 2000.
- (2) J. GARCHE, Encyclopedia of Electrochemical Power Sources, 2009.
- (3) S. ARENDAR, "Active Cell Balancing in Battery Packs," Freescale Semiconductor, Rožnov pod Radhoštěm, Tech. Rep., 2012.
- (4) K. SCOTT AND S. NORK, "Active Battery Cell Balancing," Analog Devices, Tech. Rep., 2019.
- (5) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 14199: Acumulador chumbo-ácido estacionário ventilado – Ensaio, mar. 2014.
- (6) Z. ZHANG, F. ZHU, D. XU, AND H. KREIN, PHILIP T. MA, "An Integrated Inductive Power Transfer System Design with a Variable Inductor for Misalignment Tolerance and Battery Charging Applications," IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 35, no. 11, 2020.
- (7) R. T. CARDOSO, J. R. TIBOLA, M. DALL PAI, A. M. S. S. ANDRADE, M. L. D. S. MARTINS, AND L. SCHUCH, "Modified current pulse charging method for lead-acid batteries based on phase-shift full-bridge converter in UPSs Family applications," in 17th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE'15 ECCE Europe). IEEE, sep 2015, pp. 1–7.

DADOS BIOGRÁFICOS



Formado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Maria (2019) e Técnico em Eletrotécnica pelo CTISM (2015), atualmente é mestrando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica na UFSM junto ao grupo de pesquisa GEDRE, pesquisando na área de carregamento eficiente de baterias. De 2015 à 2019 foi bolsista no Grupo de Pesquisa e Desenvolvimento em Sistemas Elétricos e Computacionais (GSEC), atuando na área de pesquisa, desenvolvimento e implementação de circuitos elétricos e eletrônicos. Realizou Estágio Curricular Obrigatório junto ao Instituto Fraunhofer IIS, Division EAS, como desenvolvedor de produtos eletrônicos, entre 2019 e 2020 em Dresden, Alemanha.

(2) JOÃO PEDRO SCHERER CIPRIANI

João Pedro é formado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Maria (2019) e em Técnico em Eletrotécnica pelo Colégio Técnico Industrial de Santa Maria (2015). Realizou seu Estágio Curricular Obrigatório desenvolvendo circuitos eletrônicos no Instituto Fraunhofer IIS-EAS, em Dresden, Alemanha, entre 2019 e 2020. Atualmente realiza seu mestrado pelo programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UFSM como membro do Grupo de P&D em Sistemas Elétricos e Computacionais, sendo bolsista de um Projeto de P&D em parceria com a CEEE-T. Seus interesses de pesquisa incluem drivers inteligentes para iluminação, energy harvesting e dispositivos carregadores de baterias.

(3) LUCAS MONTEIRO ILHA

Formado Técnico em Eletrônica no Colégio Técnico Industrial de Santa Maria (CTISM). Acadêmico de Engenharia Elétrica na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Atualmente é bolsista no Grupo de Pesquisa e Desenvolvimento em Sistemas Elétricos e Computacionais (GSEC/UFSM).

(4) GABRIEL DOS SANTOS ALLI

Graduado Engenheiro Eletricista pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, 2020) e Técnico em Eletrotécnica pelo Colégio Técnico Industrial de Santa Maria (CTISM, 2015), atualmente aluno do Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica (PPGEE) pela UFSM junto ao grupo de pesquisa GEDRE, pesquisando na área de carregamento eficiente de baterias. De 2015 à 2020 foi bolsista no Grupo de Pesquisa e Desenvolvimento em Sistemas Elétricos e Computacionais (GSEC), atuando na área de pesquisa, desenvolvimento e implementação de circuitos elétricos e eletrônicos. Realizou Estágio Curricular Obrigatório junto ao Instituto Fraunhofer IIS, Division EAS, em 2020 em Dresden, Alemanha.

(5) ALYSSON RANIERE SEIDEL

Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Maria (1999) e em Formação Pedagógica de Docentes pela Universidade de Passo Fundo (2005), doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Maria (2004). Atuou como professor do curso de Engenharia Elétrica na Universidade de Passo Fundo de 2004 a 2008. Desde 2008 é professor da Universidade Federal de Santa Maria no Colégio Técnico Industrial e na Pós-graduação em Engenharia Elétrica. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em circuitos eletrônicos, atuando principalmente em sistemas eletrônicos aplicados à iluminação e baterias. É bolsista de produtividade em pesquisa CNPq-1D.

(6) LEANDRO ROGIA

Possui doutorado (2013), mestrado (2010) e graduação (2008) em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Maria e curso técnico em Eletrotécnica pelo Colégio Técnico Industrial de Santa Maria (2003). Atualmente é professor da Universidade Federal de Santa Maria atuando no Colégio Técnico Industrial e no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Eletrônica Industrial, Sistemas e Controles Eletrônicos. Atua principalmente nos seguintes temas: eletrônica de potência, conversores estáticos de potência, elementos de armazenamento de energia, sistemas de microrredes, fontes de geração distribuída, sistemas de iluminação e conversor boost PFC.

(7) ADRIANO PERES DE MORAIS

Formado em Engenharia Elétrica em 2006 pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Na mesma instituição realizou mestrado e doutorado nos anos de 2008 e 2012, respectivamente. Desde 2009 é professor da UFSM, atuando no Colégio Técnico Industrial e Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica. Suas áreas de interesse são: Sistemas Elétricos de Potência, Proteção de Sistemas Elétricos, Smart Grids e Simulação Digital em Tempo Real.

(8) LEONARDO DE OLIVEIRA

Formado no curso Técnico em Eletrônica pelo Instituto Anglicano Barão do Rio Branco no ano de 2003. Atualmente na graduação em Engenharia de Controle e Automação na UFSM. Experiência profissional na área de

Telecomunicações nas áreas de OPGW (Optical Ground Wire), sistemas de fornecimento de energia ininterrupto, manutenção e operação dos principais fabricantes de baterias e retificadores.

(9) LUCIANO FAVRETTO DA ROCHA
Formado Técnico em Eletrônica, Engenheiro Eletricista e Mestre em Engenharia Mecânica. Desde 1997 dedica a carreira profissional à manutenção e projeto de melhoria de equipamentos elétricos. Desde 2002 é operador na área de manutenção de subestações e linhas de transmissão da Companhia Estadual de Transmissão de Energia Elétrica (CEEE-T).