



AVALIAÇÃO DO TIPO DE LIGAÇÃO DE BATERIAS EM SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS OFF-GRID

SOUZA, A.B.¹; SILVA, G.F.¹; GOMES, G.S.¹; SALES, M.E.R.¹; FREITAS, I.S.O.²

¹Discente do curso superior em Engenharia Elétrica IFNMG – *Campus Montes Claros*; ²Docente do IFNMG – *Campus Montes Claros*;

Introdução

As usinas fotovoltaicas são sistemas que captam luz solar e a convertem em energia elétrica. Essas, são divididas em três modalidades: conectadas à rede (On-Grid), isoladas (Off-Grid) ou híbridas. O sistema Off-Grid é mais utilizado em locais remotos que não possuem um fácil acesso à rede da concessionária ou para cargas pontuais. Esse tipo é composto por equipamentos como painéis solares, controladores de carga, inversores e, por fim, as baterias estacionárias (PINHO; GALDINO, 2014).

As baterias estacionárias, possuem uma certa taxa de descarregamento que deve ser respeitado a fim de se obter uma maior vida útil ao equipamento, a chamada profundidade de descarga. Essas, também, podem ser associadas em três configurações distintas, sendo elas série, paralelo e mista.

Dessa forma, com intuito de se obter uma maior eficiência e durabilidade desses equipamentos, esse estudo tem como objetivo avaliar qual o tipo de associação de baterias estacionárias, série ou paralelo, possui a melhor performance nos processos de carga e descarga.

Material e Métodos

Programação em arduino

Para o desenvolvimento do projeto foi utilizado o arduino nano. O arduino é uma plataforma de prototipagem que auxilia na aprendizagem, sendo acessível para o desenvolvimento de projetos. Para evitar ruídos e valores inconsistentes, foi feita a soldagem da placa do arduino com os sensores de corrente e tensão e o dispositivo de armazenamento de dados, conforme Figura 1. Logo após essa etapa, foi feita a calibração dos sensores.

Montagem do sistema

Após o desenvolvimento do código, foi feita a montagem do sistema com um controlador de carga, dois sensores para medir a corrente e dois para medir a tensão, três reostatos simulando uma carga e uma fonte de tensão de $(12,00 \pm 0,05) V$, que recarregaram as baterias simulando as placas solares.

Inicialmente, o sistema foi colocado em paralelo para que as baterias estacionárias fossem carregadas sob essa configuração, o sensor de tensão 1 estava conectado a bateria e o sensor de tensão 2 estava conectado a carga, já os sensores de corrente estavam conectados em série, de modo que um foi responsável pela medição da corrente no sentido de carregamento o outro no sentido de descarregamento.

Posteriormente, as baterias foram colocadas em série para que fossem recarregadas até atingirem sua carga máxima, e, a partir daí, novamente foi realizada a descarga delas.

Resultados e discussão



Na primeira etapa do experimento, foi feita a coleta dos dados do sistema em paralelo para o carregamento da bateria, a qual levou cerca de 17,5 horas. A coleta utilizou mais de 5000 (cinco mil) pontos. Foi feita uma média móvel para melhor visualização, repetindo o cálculo desse parâmetro para todos os outros dados coletados.

Para a etapa de descarregamento em paralelo, foi dimensionado, a partir dos reostatos, um valor de resistência para a carga de modo que a corrente de descarregamento em cada bateria fosse de $(1,25 \pm 0,05)A$, dando um total de $(2,50 \pm 0,05)A$ em função do paralelismo das baterias.

O carregamento das baterias na configuração série foi realizado em 15,5 horas, sendo necessário um tempo menor que o carregamento do sistema em paralelo. Um dos motivos para este fato, está vinculado com a carga inicial das baterias na configuração série ter sido maior que a das baterias em paralelo.

O processo de descarregamento em série foi realizado através da conexão de uma carga, dimensionada a partir dos reostatos, de modo que circulasse no circuito o valor de corrente de $1,25 \pm 0,05 A$, permitindo assim a comparação de descarregamento nas mesmas condições.

Através dos dados coletados foi possível traçar os gráficos apresentados na Figura 2. A partir do controlador de carga, foi estipulado um valor mínimo de tensão a ser atingida pela bateria durante o descarregamento, o qual tem valor de $(11,40 \pm 0,05) V$. No entanto, os valores alcançados foi de $(11,8 \pm 0,05) V$, conforme foi observado nos dados coletados. Tal discrepância pode ser atribuída a pequenas variações por conta dos dispositivos de medição. Com isso, o sistema ligado em paralelo levou cerca de 1,1h (uma hora e seis minutos) para atingir a taxa de descarga estipulada. Para avaliar com o sistema ligado em série foi levado em consideração os valores até o mesmo tempo e assim encontrado a energia liberada nos dois casos. No que diz respeito ao desempenho das baterias, observamos que a ligação em paralelo é mais vantajosa, pois com o tratamento dos dados da Figura 2 a energia liberada durante 1,1h em paralelo foi de 30,70Wh e em série foi de 31,32Wh, ou seja em paralelo liberou menos energia fazendo com que seu descarregamento fosse menor.

Conclusão/Considerações finais

A partir dos resultados preliminares obtidos, podemos verificar que a melhor situação é a que apresenta menor perda de energia durante o descarregamento, assim, a ligação das baterias em paralelo seria a melhor configuração. Entretanto, é necessário o desenvolvimento de outros experimentos para avaliar o processo de carregamento das baterias, visto que, o tempo de carregamento na condição paralelo foi maior que o tempo de carregamento para a condição em série, sendo um fator desfavorável para essa condição.

Referências

- PINHO, J. T., & GALDINO, M. A. (2018). **Manual de Engenharia para sistemas fotovoltaicos**. 2014. Disponível em:
chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf. Acessado em: 23 de ago. 2023.
- BORTOLOTO, Valter A.; SOUZA, André; GOES, Guilherme; MARTINS, Marcio A.; BERGHE, Murilo J.; MONTANHA, Gustavo Kimura. **Geração De Energia Solar On Grid E Off Grid**. 6ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu, [S. l.], p. 1-6, 27 out. 2017.
- CBENS - I CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR, 2007, Fortaleza - CE. **BATERIAS EM SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS [...]**. [S. l.: s. n.], 2007.

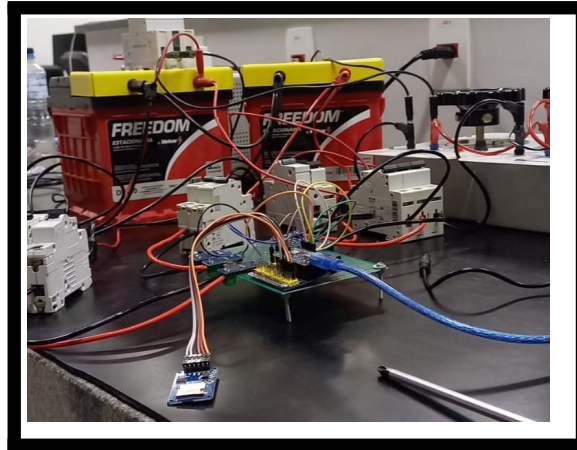


Figura 1. Equipamentos utilizados no experimento. Fonte: Arquivo Pessoal (2022).

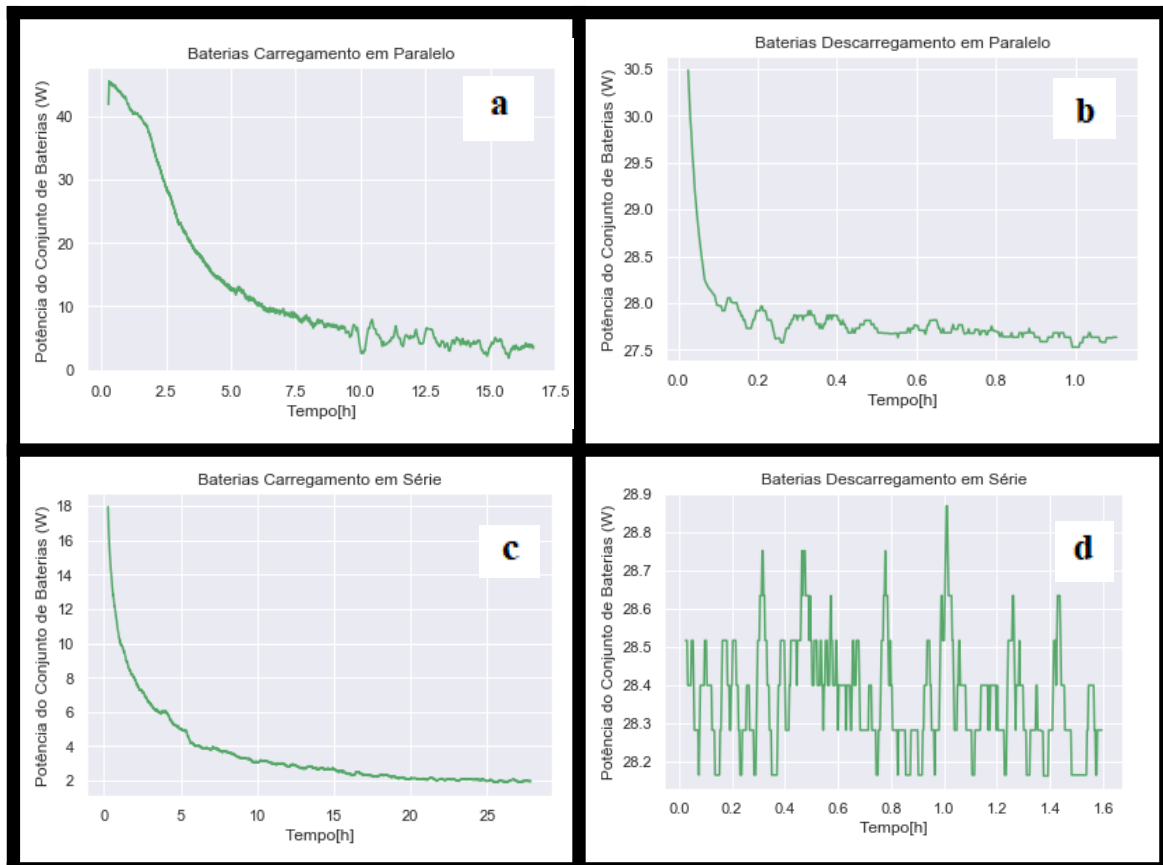


Figura 2. Gráfico com os dados coletados para potência. **Fig. 2A.** Potência de carregamento em paralelo. **Fig. 2B.** Potência de descarregamento em paralelo. **Fig. 2C.** Potência de carregamento em série. **Fig. 2D.** Potência de descarregamento em série. Fonte: Arquivo Pessoal (2022).