

ESTUDO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF GRID DE BAIXO CUSTO PARA ILUMINAÇÃO RESIDENCIAL

Clécio dos Santos Silva¹, Denilson Pereira Gonçalves², Iraí Tadeu Ferreira de Resende²

¹Discente do curso de Tecnologia em Automação Industrial - IFS

²Professor do Curso de Engenharia Elétrica - IFS.

RESUMO: As fontes renováveis de energia vêm ganhando grande espaço no mercado de energia com o avanço da tecnologia. Dentre as tecnologias mais utilizadas estão os sistemas fotovoltaicos, que podem ser ou não conectados a rede. Todavia, os custos de aquisição dos materiais ainda são um impecilho para aquisição por parte da maioria da população. Este trabalho propõe a utilização de um conversor de energia de baixo custo em substituição aos conversores existentes no mercado. Percebeu-se que o conversor se comportou de forma satisfatória em todos os testes. Para o teste com o módulo fotovoltaico as potências para as lâmpadas de LED e fluorescente foram atingidas, enquanto para as lâmpadas incandescentes foram limitadas ao que a placa fornecia.

Palavras-chave: Conversor de Energia; Energia Solar; Monitoramento; Potência Elétrica.

INTRODUÇÃO

Com o avanço das ciências nos dois últimos séculos, técnicas e tecnologias foram consolidadas no intuito de melhorar a longevidade das pessoas, mas sem a devida preocupação com o meio ambiente. Todavia, com o passar dos anos, percebeu-se a necessidade primordial da preservação do meio ambiente, visto que o uso de combustíveis fósseis para movimentar as máquinas utilizadas nas mais diversas produções de matéria-prima e produtos manufaturados vem aumentando a cada ano, além da crescente demanda por energia elétrica, muitas vezes obtida também pelo uso de combustíveis fósseis.

Paralelamente, crises econômicas surgem no cenário mundial, tornando o combustível fóssil um dos principais agentes de conflitos sociais tanto devido a sua exploração e venda como ao seu valor de mercado SHANKS *et al.* (2016). No Brasil, o cenário de utilização desse insumo é o mesmo do cenário mundial: a oferta de energia interna não-renovável, como petróleo e seus derivados, é maioria, com aproximadamente 60,6% do total em 2014 (BEN, 2014).

Para minorar os efeitos da dependência dos combustíveis fósseis e ao mesmo tempo contribuir com o um meio ambiente mais saudável, devido à redução da emissão de gases tóxicos no ambiente com a queima dos combustíveis, surge no cenário mundial a tecnologia fotovoltaica, quem tem como cerne a transformação da energia solar em energia elétrica (MARTINS *et al.*, 2015).

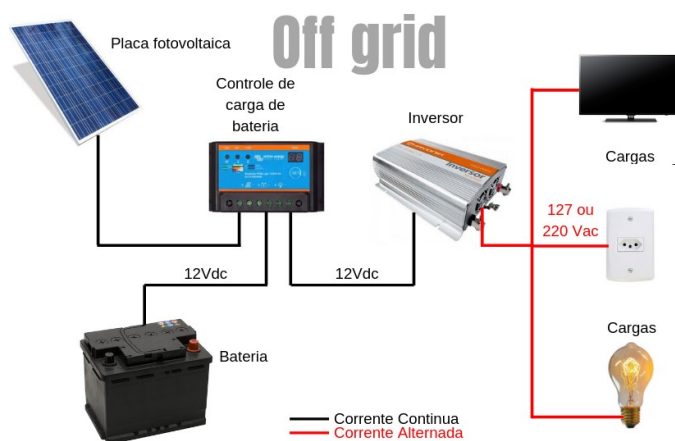
A energia solar é um fonte renovável de energia alternativa que gradativamente vem sendo incluída na matriz energética nacional. Sua utilização, juntamente com um sistema fotovoltaico, além de reduzir a emissão de gases que provocam o efeito estufa, é uma alternativa na redução de gastos com energia elétrica.

A importância e interesse de tal fonte de energia é tal que no ano de 2019, aproximadamente 1798TW foram produzidos no mundo a partir de painéis fotovoltaicos, um aumento de 1798% em relação a 2010, onde aparece pela primeira vez nos resultados estatísticos a presença da energia fotovoltaica na matriz energética nacional (BEN 2019). Percebe-se que a comercialização de sistemas fotovoltaicos é um ramo comercial atrativo, visto que a demanda por energia é crescente, além de contribuir para que objetivos políticos governamentais importantes que o Brasil participa, como o acordo de Paris, sejam atingidos (MDA, 2019).

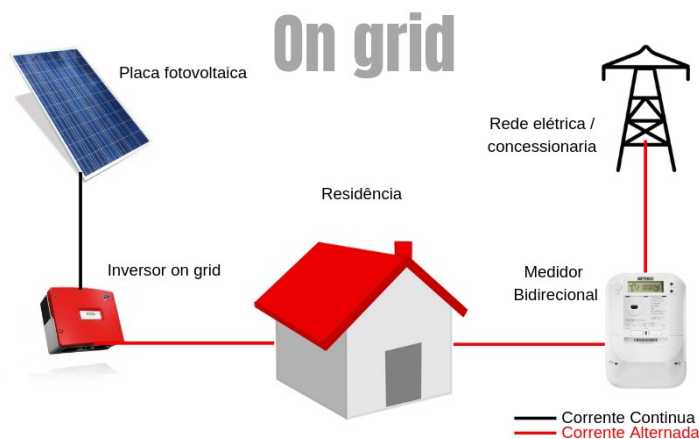
A conversão da energia solar em energia elétrica se dá devido ao efeito fotoelétrico e são utilizados módulos fotovoltaicos, formados basicamente por semicondutores de silício. Como a corrente gerada é contínua, faz-se a necessidade da utilização de um conversor de tensão contínua para tensão alternada, também comumente chamado de inversor (BRANKER, 2011).

Os sistemas fotovoltaicos podem ser tanto *off grid*, ou seja, isolados da rede, onde a concessionária local responsável pelo fornecimento de energia não tem acesso a determinadas regiões, geralmente em zonas rurais e, portanto, faz-se o uso de controlador de carga para o gerenciamento da corrente que entre os módulos fotovoltaicos e a(s) bateria(s), ou *on grid*, conectados diretamente na rede elétrica sem a necessidade de utilização de baterias, apenas de módulos fotovoltaicos e um conversor (inversor) de energia, todavia tendo sua inserção na rede elétrica regulamentada e passível de aprovação pela concessionária local.

Um exemplo dos dois tipos de sistemas fotovoltaico é demonstrado na Figura 1.



(a)



(b)

Figura 1: (a) sistema fotovoltaico *off grid* constituído de placa fotovoltaica, controlador de carga, bateria e inversor e (b) sistema fotovoltaico *on grid* constituído de placa fotovoltaica e inversor.

Neste trabalho foi utilizado um sistema fotovoltaico contendo módulo fotovoltaico e um conversor de energia de baixo custo para possível utilização em residências.

OBJETIVOS

Este trabalho propõe a montagem de um sistema fotovoltaico *off grid* sem a presença de controlador de carga e baterias, mas com um conversor de energia de baixo custo para ser utilizado em iluminação residencial e, paralelamente, fazer a análise da produção de energia e análise dos custos do investimento.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

O desenvolvimento do trabalho, assim como os testes do equipamento, foi realizado no IFS, Campus Lagarto.

Foram utilizados nos experimentos um painel fotovoltaico de 50W da marca Komaes Solar com tensão de potência máxima (V_m) 17,74V e corrente da potência máxima (I_m) de 2,84A para uma radiação local de 1000W/m². um conversor de energia marca MJ, modelo M329, atuando com tensão de 12V e potência máxima de 150W, além de uma lâmpada de LED de 6W, uma lâmpada de fluorescente de 20W e uma lâmpada incandescente de 60W, além de cabos e conectores.

Métodos

Inicialmente foi testado em laboratório o conversor de energia para determinar os limites de tensão e corrente do mesmo e assim obter os limites de potência, como forma de segurança para não danificar o equipamento com testes em campo. Em seguida o circuito com o módulo fotovoltaico, conversor de energia e lâmpadas foi montado para testes em campo. Três testes foram realizados em campo, um com cada tipo diferente de lâmpada no intuito de estudar o comportamento do sistema.

O sistema fotovoltaico montado está apresentado na Figura 2.

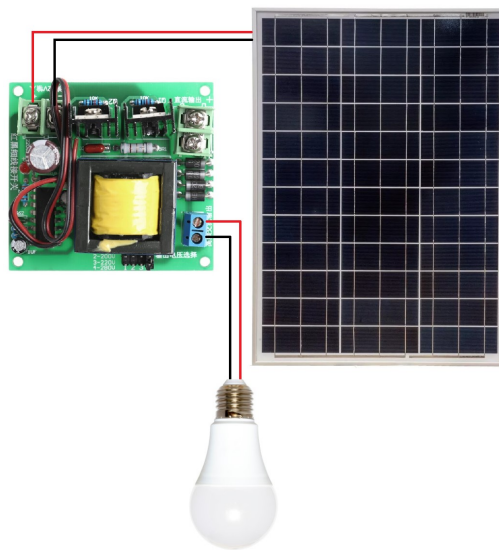


Figura 2: módulo fotovoltaico, conversor de energia e lâmpada de LED.

Os dados de radiação solar local foram obtidos pelo banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudo do comportamento do conversor de energia em laboratório

O primeiro teste em laboratório consistiu no uso de uma lâmpada incandescente de 60W. O resultado do comportamento do conversor de energia está demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1: comportamento do conversor de energia para o uso de uma lâmpada de 60W

Entrada DC (V)	Saída AC (V)	Corrente DC (A)	Potência de Entrada (W)	Corrente AC (A)
12,00	81,00	3,42	41,04	0,50
12,50	85,40	3,51	43,87	0,51
13,00	89,00	3,61	46,93	0,52
13,50	93,10	3,68	49,68	0,53
14,00	96,00	3,77	52,78	0,54
14,50	99,70	3,86	55,97	0,56
15,00	103,00	3,95	59,25	0,57

Podemos observar a partir da Tabela 1 que a medida que a tensão era elevada, os valores de corrente e tensão também eram elevados. O sistema foi testado no limite da potência da lâmpada (59,25W), e, ao contrário do que o fabricante afirma, a tensão máxima para a potência máxima foi de 15V e não de 12V.

O segundo teste consistiu no uso de duas lâmpada incandescentes de 60W, totalizando 120W. O resultado do comportamento do conversor de energia está demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2: comportamento do conversor de energia para o uso de duas lâmpadas de 60W.

Entrada DC (V)	Saída AC (V)	Corrente DC (A)	Potência de Entrada (W)	Corrente AC (A)
12	79,8	6,57	78,84	0,98
12,5	83,3	6,74	84,25	1,01
13	86,6	6,89	89,57	1,03
13,5	90,5	7,06	95,31	1,05
14	93,5	7,12	99,68	1,06
14,5	96,8	7,35	106,57	1,10
15	100,10	7,48	112,20	1,12

Podemos observar a partir da Tabela 2 que a medida que a tensão era elevada, os valores de corrente e tensão também eram elevados. O sistema foi testado no limite da potência da lâmpada (112,20W), e, ao contrário do que o fabricante afirma, a tensão máxima para a potência máxima foi de 15V e não de 12V.

Teste do sistema em campo

Os testes foram realizados no dia 30/10/2019, entre as 14h00 e as 15h00, quando o nível de radiação local era de $500\text{W}/\text{m}^2$. Na Figuras 3 estão demonstrados os comportamentos das lâmpadas utilizadas.

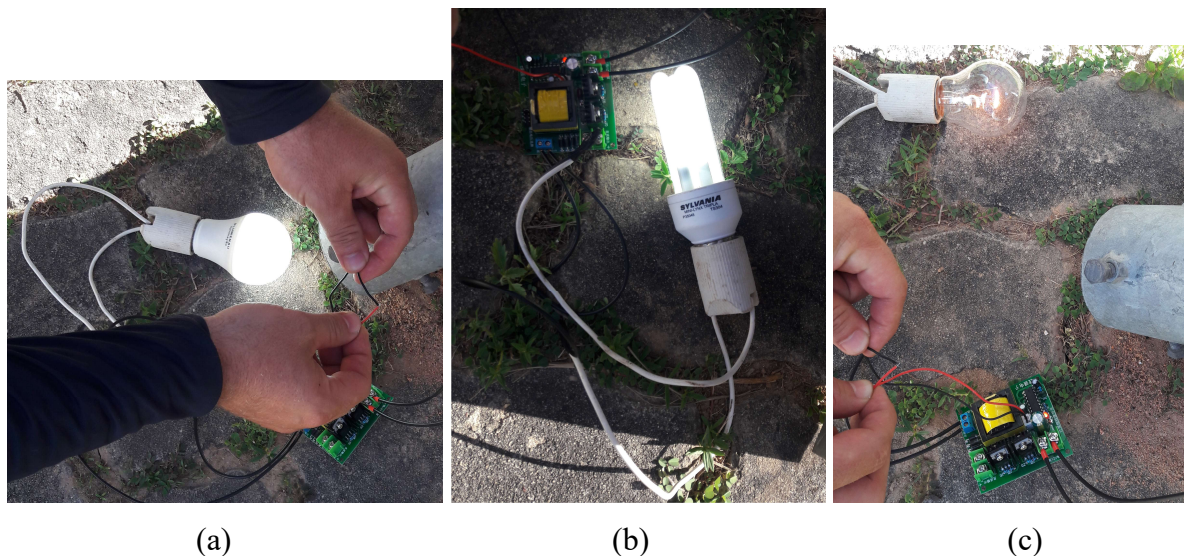


Figura 3: teste do sistema fotovoltaico: (a) com lâmpada de LED, (b) com lâmpada fluorescente e (c) com lâmpada incandescente.

É possível perceber através da Figura 3 que a lâmpada de LED e fluorescente se ascenderam normalmente, sendo mais adequadas para esse sistema, ao contrário da lâmpada incandescente. Isso se deve ao fato da potência máxima da placa ser de 50W, não fornecendo assim potência suficiente para a lâmpada incandescente.

Custos do Sistema

O custo total do sistema foi de R\$ 230,00 sendo R\$ 180 reais o valor do módulo fotovoltaico de 50W e R\$ 50,00 reais o valor do conversor de energia de 150W. Em uma pesquisa de mercado, verificou-se que o controlador do mesmo porte vendido nas lojas foi de R\$ 150,00. Ou seja, considerando os valores dos dois itens juntos, houve uma economia de aproximadamente 25,8% e se considerar apenas os custos dos conversores, houve uma redução de 66,67%.

CONCLUSÕES

A energia solar é um importante meio de obtenção de energia elétrica, por ser abundante, renovável e não agredir o meio ambiente.

O conversor de energia de baixo custo comportou-se de maneira satisfatória, convertendo dentro dos limites de potência apresentados pelo fabricante a potência proposta a ser convertida no trabalho.

O sistema fotovoltaico proposto comportou-se de maneira satisfatória, com a energização de lâmpadas de baixa potência de maneira eficaz, demonstrando ser uma alternativa para substituir o sistema de energização convencional de uma residência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Boletim Energético Nacional – BEN. Ministério de Minas e Energia, 2019.

BRANKER, K., PATHAK, M. J. M., PEARCE, J. M. A review of solar photovoltaic levelized cost of electricity, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 15, p. 4470-4482, 2011.

MARTINS, S. S. S.; SILVA, M. P., AZEVEDO, M. O, SILVA, V. P. Produção de petróleo e impactos ambientais: algumas considerações. *HOLOS*, v. 6, p. 54-76, 2010.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO, MDA. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/sitemda/secretaria/saf-biodiesel/o-que-%C3%A9-o-programa-nacional-de-produ%C3%A7%C3%A3o-e-uso-do-biodiesel-pnpb>>. Acesso em: 15 Jan. 2019.

SHANKS, K.; SENTHILARASU, S.; MALLICK, T. K. Optics for concentrating photovoltaics: Trends, limits and opportunities for materials and design. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 60, p. 394–407, 2016.