

UTILIZAÇÃO DE CONCEITOS DE CÁLCULO PARA VERIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE UMA PLACA SOLAR

Hiago Vieira Bomfim¹
Stefanio Fonseca dos Santos²
Lucas Izidoro Santos da Silva³
Aislan Primo⁴
Maria Anita S.S. de Mendonça⁵



Engenharia Elétrica

ISSN IMPRESSO 1980-1777
ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

O trabalho visa demonstrar uma forma de geração de energia elétrica alternativa (energia fotovoltaica), de baixo custo e de qualidade, usando como parâmetro determinante, a eficiência energética, na seleção das placas fotovoltaicas que vão compor o sistema. Acerca disso, vai ser calculada a quantidade de energia absorvida por uma placa solar por meio da integral da irradiância em um intervalo de tempo que dependerá do fluxo que é a potência radiante e o quanto de energia ela irá produzir com tal quantidade de energia.

PALAVRAS-CHAVE:

Eficiência Energética. Energia Fotovoltaica. Fluxo. Irradiância Integral. Placa Solar.

ABSTRACT

This work aims to demonstrate a way of generating alternative electric energy (photovoltaic energy) with low cost and quality. In addition, the amount of energy absorbed by a solar plate through the integral of the irradiance in a time interval that will depend on the flux which is the radiant power and how much energy it will produce with such amount of energy will be calculated.

KEYWORDS

Energy Efficiency. Photovoltaic energy. Flux. Irradiance. Integral. Solar Plate

1 INTRODUÇÃO

O cálculo é uma disciplina fundamental para formação não só de engenheiros mais também de diversos outros cursos, tendo em vista seus assuntos, aqui iremos utilizar o cálculo integral que nada mais é do que o cálculo de área, tendo em vista que ela se baseia na "Soma de Riemann" que se denota em pegar uma determinada área e separá-la em diversos pedaços menores e ir calculando, sabendo que será encontrado um valor aproximado. Além disso, este também calcula o volume de figuras dentre outras coisas. Neste trabalho, ele será utilizado no cálculo da quantidade total de energia de uma placa solar.

A energia fotovoltaica é aquela na qual a irradiação solar é transformada diretamente em energia elétrica, sem passar pela fase de energia térmica. As células fotovoltaicas (ou células solares) são feitas a partir de materiais semicondutores (normalmente o silício). Quando a célula é exposta à luz, parte dos elétrons do material iluminado absorve fótons.

Os elétrons livres são transportados pelo semicondutor até serem puxados por um campo elétrico. Este campo elétrico é formado na área de junção dos materiais, por uma diferença de potencial elétrico existente entre esses materiais semicondutores. Os elétrons livres são levados para fora da célula solar e ficam disponíveis para serem usados na forma de energia elétrica.

Tendo o conhecimento sobre placas solares, vai-se utilizar o fluxo que é a divisão da quantidade de energia observada por unidade de tempo e irradiância que é o fluxo dividido pela área de objeto, com isso pode-se fazer o cálculo da dose que a quantidade total de energia absorvida por um alvo nesse caso a placa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O uso do Cálculo II, baseado na intenção de calcular precisamente dimensões do tipo área, volume e entre infinitas outras variáveis, faz na energia solar sua função no quesito dose, com base nas superfícies, fluxo e facilitando os meios para se obter de modo preciso mais energia a partir da radiação solar. Fluxo ou potência radiante é a quantidade de energia observada por uma unidade de tempo.

Para o professor Marcelo de Paula esse uso do cálculo 2 está ligado na relação da irradiância com o tempo. Esse cálculo matemático tem por base a intenção de encontrar o maior nível de radiação emitido em cada região. É necessário levar em conta também níveis de inclinação de projeteis para que se tenha sempre uma maior eficiência na produção e obtenção de energia por módulo.

Uma integral definida é conceituada por um limite de intervalos de valores

que nos trazem no final um valor também numérico. Na integral utilizada pelo estudo de irradiação essa variável baseia-se nos acidentes geográficos, na rotação da terra e na posição de cada região. Como nos estudos adquiridos ao longo dos anos em níveis acadêmicos a região com essa maior eficiência de raios recebidos é na base da linha do equador.

Apenas cerca de 25% dos raios solares conseguem atravessar a atmosfera segundo Grimm. Parte desses raios é que nos ajuda a forma a mais discutida energia limpa e de maior índice provável a uso futuros. Um dos métodos utilizado para se obter tal irradiância é pela lei de Stefan-Boltzmann que diz que a energia total emitida por um corpo negro por unidade de superfície é proporcional à quarta potência da temperatura absoluta.

Ao integrar a relação abordada teremos $[L(T) = \int_0^{\infty} L\lambda c n d\lambda]$ que assim está ligado às variáveis do tipo espectro eletromagnético e temperatura. Espectro eletromagnético é o intervalo completo da radiação eletromagnética que contém as ondas de rádio, as micro-ondas, o infravermelho, os raios X, a radiação gama, os raios violeta e a luz visível ao olho humano, sendo para nós de suma importância os raios infravermelhos.

A conversão de dos raios solares (radiação luminosa) em energia elétrica é um fenômeno físico, observado primeiramente pelo físico francês Edmond Becquerel em 1839, denominado de efeito fotovoltaico. Foram percebidos que certas matérias semicondutoras tinham a capacidade de absorver a energia contida nos fótons presentes na luz solar e convertendo-as em eletricidade.

Para Carneiro (2009), a energia solar se faz importante devido à necessidade de obter energia elétrica de forma renovável e alternativa a fonte convencional. Para tanto, evitando-se a utilização por beneficiamento de combustíveis fósseis e emissores de gases do efeito estufa.

Segundo Vitti (2006), o aproveitamento da energia gerada pelo sol tanto com fonte de calor quanto de luz, é hoje, sem sombra de dúvida, uma das alternativas energéticas mais promissoras para enfrentarmos os desafios do novo milênio.

A eficiência dos sistemas fotovoltaicos varia de acordo com a incidência solar sobre a superfície do painel, disposição do arranjo do sistema e a efeitos naturais que venham a atrapalhar, a exemplo a massa de ar atmosférico (ALVARES, 2006).

O bom dimensionamento depende do conhecimento das características elétricas dos módulos. Os sistemas, seja ele conectado à rede elétrica ou autônoma, dependem do conhecimento do projetista, para que se tenha um funcionamento adequado (ZILLES, 2012).

Ao considerar o coeficiente de temperatura, o desempenho de células e módulos fotovoltaicos é associado à condição de teste padrão. Com nível de irradiância de 1000 w/m^2 distribuição de espectral de aproximadamente a AM (massa de ar) de 1,5 e temperatura de célula 25°C (MACÊDO, 2012).

3 MODELAMENTO MATEMÁTICO

Após pesquisar acerca do tema foi encontrado que o cálculo integral também se faz presente na área da energia solar. Mas, com o intuito de calcular a quantidade

total de energia recebida por um alvo, por meio da integral da irradiância por certo intervalo de tempo.

Ao utilizar os conceitos de fluxo que é a potência radiante; irradiância que é o quociente entre o fluxo observado em um certo elemento e a dose que é a integral da irradiância em um certo tempo. Com isso vamos descobrir o quanto de energia solar uma placa irá receber.

Primeiramente iremos calcular o fluxo $F = \frac{\Delta U}{\Delta T}$ (1),

Por meio de pesquisa foi encontrado que a quantidade de energia liberada em Aracaju é:

$$F = 5016 \text{ w.}$$

Após isso, iremos calcular a irradiância que se dá pela fórmula: $I = \frac{\Delta U}{\Delta T \Delta A}$ (2),

que se observado com atenção é o fluxo pela variação de área. Como iremos utilizar uma placa solar, essa tem uma forma retangular e sua área é

Calculada por

$$A_r = \mathbf{B \times H}_{(3)} \quad (\text{B= base e H= altura}).$$

A placa escolhida tem 315W e tem as dimensões 1954 x 982 x 40 (mm), utilizando a fórmula (3) temos que, $A = 1954 \times 982(\text{cm})$

Agora, iremos calcular a dose que é a energia total recebida pela placa num intervalo de tempo que nesse caso será 12hrs que equivale ao tempo que o sol nasce e se põe. Esse cálculo se dá pela fórmula: $D = \int_{\Delta t} Idt$ (4) $\cong I \Delta t$

Para calcular a quantidade de energia gerada pela placa é só multiplicar a $\mathbf{P \times H}$ (P- potência e H- horas que a placa recebeu sol)

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Ao realizar os cálculos com base no modelamento matemático temos que, o fluxo dado por $\mathbf{F = 5016 w}$.

Para o cálculo da irradiância é necessário saber a área do objeto utilizado que temos por:

$$\mathbf{A_r = B \times H}, \text{ assim}$$

$$A_r = 1954 \times 982 = 1918828 \text{ cm} (191,833 \text{ m}^2)$$

Aplicado esse resultado na fórmula, $I = \frac{\Delta U}{\Delta T \Delta A}$

$$I = \frac{5016}{191,883} = 26,14 \text{ (w/m}^2\text{)}$$

Agora, integrando esse valor temos: $D = I\Delta t$

$$D = 26,14 \times 12\text{hrs} = 313,68 \text{ J/m}^2$$

Com toda essa energia a placa consegue gerar $P_e = 315 \times 12 = 3780 \text{ w}$. Esse resultado equivale apenas a um único dia de sol se pegar um mês, por exemplo, em que haja sol todos os dias teremos um total de $3780 \times 30 = 113400 \text{ W}$.

Com isso é possível acoplar seu sistema fotovoltaico ao elétrico convencional e ganhar créditos para baratear o valor pago na energia mensal. A quantidade de energia vai ser diretamente proporcional a potência da placa, então quanto maior a voltagem da placa maior será a quantidade de energia gerada e assim gerando mais descontos na conta de energia.

5 CONCLUSÕES

Por meio de pesquisas e cálculos conseguimos descobrir a quantidade total de energia que a placa absorve em um dia de sol, também calculamos a quantidade de energia solar em elétrica para ter uma ideia de quanto essa energia absorvida irá ser convertida. Isso, também poderá variar, dependendo da placa utilizada e do material que ela utiliza, sendo assim quanto maior a potência for, maior será a quantidade de energia produzida, ressaltando que isso também dependerá da quantidade de energia recebida, pois no início da manhã o sol está mais fraco, atingindo seu apse ao meio dia e depois ele irá enfraquecer de novo até à noite.

REFERÊNCIAS

ARTIGOS DE APOIO. **Lei de Stefan-Boltzmann**. Infopédia [em linha]. Porto: Porto, 2003-2016.. Disponível em: <[https://www.infopedia.pt/\\$lei-de-stefan-boltzmann](https://www.infopedia.pt/$lei-de-stefan-boltzmann)>. Acesso em: 9 dez. 2016.

CARNEIRO, Joaquim. **Dimensionamento de sistemas fotovoltaicos**. Sistemas ligados à rede elétrica e sistemas autônomos. 2009.

VITTI, Diego Christofolletti; ALVARES, Leandro Miranda. **Avaliação da eficiência de sistemas fotovoltaicos**. Brasília-DF, 2006.

ZILLES, Roberto *et al.* **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica**. São Paulo: oficinas de textos, 2012.

Data do recebimento: 27 de Janeiro de 2017

Data da avaliação: 05 de Fevereiro de 2017

Data de aceite: 15 de Fevereiro de 2017

1 Graduando em Engenharia Elétrica da Universidade Tiradentes – UNIT. E-mail: hiagobomfim@hotmail.com

2 Graduando em Engenharia Elétrica da Universidade Tiradentes – UNIT. E-mail: stefanio_santos@hotmail.com

3 Graduando em Engenharia Elétrica da Universidade Tiradentes – UNIT. E-mail: pandao5@live.com

4 Prof. Esp. da Universidade Tiradentes – UNIT. E-mail: aislanprimo14@gmail.com

5 Graduanda em Licenciatura em matemática da Universidade Tiradentes – UNIT. E-mail: anitasilvs74@gmail.com