

METODOLOGIA DE DIMENSIONAMENTO DE UM GERADOR FOTOVOLTAICO PARA SISTEMAS AUTÔNOMOS

Giovane Gai Soares, Cassiano Rech

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI
Departamento de Tecnologia – DETEC, Curso de Engenharia Elétrica, Ijuí - RS.

giovanegai@unijui.edu.br, cassiano.rech@unijui.edu.br

Resumo: Este artigo apresenta uma metodologia para dimensionar geradores fotovoltaicos considerando fatores de radiação, fatores de correção, ângulos de inclinação da placa e tempo de autonomia do banco de baterias. Por fim, é mostrado um exemplo de aplicação.

Palavras-chave: Projeto, geração fotovoltaica

1. INTRODUÇÃO

Com a necessidade global por fontes de energia alternativas, torna-se cada vez mais importante o estudo das tecnologias já encontradas.

Os sistemas fotovoltaicos não utilizam calor para produzir eletricidade. Interpretando a palavra, temos que "photo" significa "produzido pela luz," e o sufixo "voltáico" refere-se a "eletricidade produzida por uma reação química." Conforme publicação de M.Trindade J.S , M.J.L. Afonso [1] em maio de 2005.

A geração fotovoltaica possui dois tipos de ligação: sistema ligado à rede ou sistema autônomo. O autônomo, foco deste trabalho, tem como característica a captação de energia para consumo próprio, podendo também ser armazenada em um banco de baterias o qual disponibiliza autonomia energética ao sistema, mesmo em períodos sem irradiação solar. Para projetar um sistema com essas características precisamos

de alguns dados, tal como a localização geográfica, onde a latitude é observada para fazer o cálculo de posicionamento dos painéis.

A energia solar provida da intensidade de radiação solar é o elemento responsável por essa geração tendo como unidade de medida W/m^2 . Através dessa unidade consegue-se ter idéia do conjunto de painéis que devem ser utilizados. A radiação solar sofre alterações no decorrer do ano por este motivo, os cálculos são feitos através das estações do ano.

2. PROJETO DE UMA FONTE DE ENERGIA FOTOVOLTAICA

Energia fotovoltaica se caracteriza por transformar a energia solar em energia elétrica. O processo é dividido em várias etapas: captação de energia, armazenamento, controle de carga e descarga, e inversão, conforme mostra a Fig. 01.

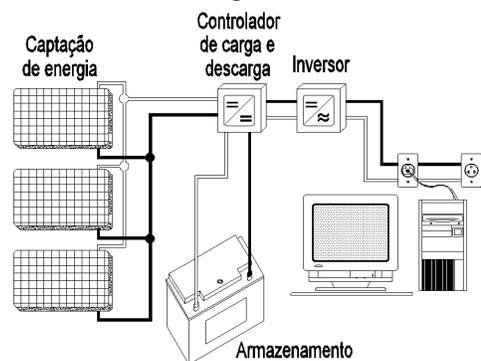


Figura 01 – Fluxograma do Sistema Fotovoltaico

2.1 Tamanho do trabalho

Para que possamos dimensionar os painéis, é necessário possuir: levantamento de carga, radiação solar e perdas no sistema. O sistema poderá ter melhor aproveitamento quando aplicado a Eq.(3) que aumenta a captação de radiação solar. Alguns dos fatores são divididos por estações do ano conforme Tabela 1.

2.1.1. Fatores de Dimensionamento

I) Levantamento de Carga

O levantamento deve considerar a potência de cada carga, quantidade de cargas do mesmo tipo e também o tempo que essas cargas ficarão ligadas durante o dia, assim obtendo a unidade de Wh/dia. Essas informações são necessárias, pois com o cálculo da energia diária podemos obter a potência necessária do sistema.

II) Radiação Solar

A energia solar captada pelas células é obtida através da intensidade de radiação solar. Esta radiação varia com a movimentação do Sol em relação à Terra. Conforme as estações do ano temos os dados de posicionamento do Sol e com este posicionamento podemos obter o nível médio de radiação no local.

A potência apresentada nos painéis fotovoltaicos é referenciada em um nível de radiação de 1000W/m². Este valor pode ser maior ou menor dependendo da localização geográfica. Conforme publicação de André Ricardo Quinteros [2].

Apesar disto, pode-se definir um valor médio para o nível de radiação solar incidente normalmente sobre uma superfície situada no topo da atmosfera. Dados recentes da WMO (World Meteorological Organization) indicam um valor médio de 1367 W/m² para a radiação extraterrestre.

Citado em recente Tese de Felipe F. García [3].

III) Fatores de correção

O circuito completo de um gerador fotovoltaico necessita de vários elementos que são responsáveis pela geração. Por este motivo devemos considerar perdas de energia nas etapas [1]:

=> perdas de conversão:

- perdas na linha;
- perdas na conversão;
- perdas por desajuste;

As perdas de conversão são representadas pelo rendimento do sistema elétrico, fazendo com que estes valores variem a cada instalação. Para efeito de projeto admite-se um rendimento de 76%.

V – rendimento do sistema;

Z2 – h/dia de radiação;

(de acordo com o período do ano);

Z3 – ângulo de inclinação da célula;

Z4 – Desvio da temperatura da célula;

PPV – Potência do gerador;

Os valores para estes fatores são encontrados na tabela abaixo:

Tabela 1. Coeficientes para definir a potência do gerador.

	VERÃO(Dezembro)	Inverno(Maio)
Z2	5.8	1.95
Z3	0.94	1.55
Z4	0.88	1.02

Fatores de correção estipulados para as estações do Inverno e do Verão.

$$Z = Z2 \times Z3 \times Z4 \quad (1)$$

A Eq.(2) é responsável pela potência que o gerador deverá gerar.

$$PPV = \frac{\text{consumo_diario_de_energia_W}}{Z \times V} \quad (2)$$

IV) Ângulo de Inclinação

A posição das placas solares definidas no projeto pode ser calculada pela localização da cidade, de acordo com a latitude. Esta característica é muito importante para que obtenha um bom resultado na captação de energia. A posição correta do painel solar em nosso hemisfério, é voltada para norte com uma certa inclinação, calculada pela Eq.(3). Na prática aconselha-se a fazer com que o painel não fique em uma inclinação menor que 15° assim dificultando o acúmulo de sujeira. O cálculo de inclinação do painel deve ser do seguinte modo. Ref.[2]:

$$\text{Inclinação} = \text{Latitude} + (\text{Latitude} / 3) \quad (3)$$

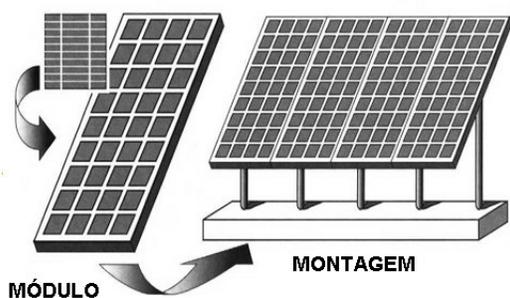


Figura 02 – Esboço de montagem com ângulo de inclinação – Ref. [1]

2.1.2. Quantidade de Painéis

Com as fórmulas obtidas basta escolher a potência dos painéis de acordo com a disponibilidade do mercado. Devemos fazer o processo de divisão para obtermos a quantidade de painéis responsáveis pela geração de energia:

onde:

N_p – número de painéis;

PPF – potência do painel escolhido.

$$N_p = \frac{PPV}{PPF} \quad (4)$$

2.2 Dimensionamento do Acumulador de Energia

I) Autonomia

A tarefa do acumulador é a de compensar a falta de geração em horários de plena carga e geração de energia sem carga. O banco de baterias é calculado pelo consumo de energia elétrica, tensão e pela sua autonomia onde visa alimentar o estabelecimento com o consumo normal durante alguns dias. A quantidade de dias varia com a estação do ano podendo ser estabelecida pela Tabela 2. Apresentado no Manual sobre Tecnologias, elaborado pela PRINCON [4].

Tabela 2. Valor Médio de Autonomia

Fator p/ dias de reserva		Valor Médio
Verão	2 – 3 dias	2,5
Inverno	3 – 5 dias	4,0

Ah é uma unidade utilizada para baterias, para expressar a sua capacidade. Até o momento temos apenas a unidade Wh, necessitando de uma conversão que possibilita o equacionamento da mesma. A Equação (5) utilizada nesse cálculo exige que tenhamos alguns dados como:

W - consumo médio diário (Wh/dia);

F – número de dias de autonomia;

Un – tensão nominal do sistema;

Z – fatores conforme estação do ano;

Cn – capacidade do banco de baterias.

II) Capacidade do banco de baterias

Com os dados apresentados podemos chegar a equação que define a capacidade do banco de baterias.

$$C_n = \frac{Z \times W \times F}{U_n} \quad (5)$$

III) Tensão de Operação

A tensão deve ser estabelecida de acordo com a necessidade de trabalho. Observando a Eq. (5), no primeiro momento podemos dizer que aumentando a tensão, iremos reduzir a capacidade do acumulador, porém esta não é a resposta correta, sendo que precisando de maior tensão DC, precisa-se de mais células. Por esse motivo a escolha da tensão não deve partir dessa análise por seria um pensamento equivocado.

2.3. Quantidade de Acumuladores

A capacidade da bateria é o que define quantas células serão necessárias para obter o acumulador total. Na escolha da bateria, deve ser considerada a eficiência dos modelos disponíveis podendo tornar mais confiável o acumulador.

B_n = Quantidade de baterias;

C_b = Capacidade das baterias utilizadas;

$$B_n = \frac{C_n}{C_b} \quad (6)$$

3. Exemplo de Projeto – GERADOR FOTOVOLTAICO

Nesta seção é apresentado um exemplo de projeto capaz de atender uma unidade consumidora onde seu consumo seja de 1000 Wh/dia na cidade de Ijuí.

W – 1000Wh/dia;

$Latitude$ – 28°,23'16'';

PPF – 130 wp – Kyocera;

U_n – 12V;

C_b = 65 Ah (ligadas em paralelo);

Baterias escolhida - S465D – Bosch;

3.1 - DIMENSIONAMENTO DOS PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

Secção - 2.1.1 (III)

O fator de rendimento adotado para o sistema foi de 76% conforme citação na 2.1.1(III).

$$V = 0.76$$

Eq.(1) = Valores utilizados conforme Tabela 1 correspondentes ao inverno.

$$Z = Z_2 \times Z_3 \times Z_4$$

$$Z = 3.08$$

Eq.(2) = Potência do gerador fotovoltaico.

$$PPV = \frac{\text{consumo_diario_de_energia_W}}{Z \times V}$$

$$PPV = 427 \text{ Wp}$$

Equação secção - 2.1.1 (IV) –

Eq.(5) = ângulo de inclinação do PaineL.

$$\text{Inclinação} = \text{Latitude} + (\text{Latitude}/3)$$

$$\text{Inclinação} = 34^\circ,64' \text{ ao norte}$$

Secção - 2.1.2 – “ Eq. (4)”

$$N_p = \frac{PPV}{PPF}$$

$$N_p = 3.28$$

$$N_p = 4 \text{ paineis}$$

3.2 - DIMENSIONAMENTO DO ACUMULADOR

I) **Autonomia** - (Tabela 2)
 $F = 4 \text{ dias}$

II) **Tensão de Operação**
 $U_n = 12V$

III) **Capacidade do banco de baterias**
“Eq. (5)”

$$C_n = \frac{Z \times W \times F}{U_n}$$

$$C_n = 1027 \text{ Ah/dia}$$

Quantidade de Acumuladores – “Eq.(6)”

$$B_n = \frac{C_n}{C_b}$$

$$B_n = 1027/65$$

$$B_n = 15.8$$

$B_n = 16$ baterias (ligadas em Paralelo)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o trabalho desenvolvido até o momento pode-se afirmar que a geração fotovoltaica é uma ótima alternativa para preservação do meio ambiente já que em sua concepção não à necessidade de causar nenhum dano ambiental e ainda pode ser ligada à rede de energia elétrica na forma de venda de produto, já aplicada nos países europeus. Devido ao custo elevado na construção de um gerador fotovoltaico, projetos como este, muitas vezes tornam-se inviáveis, com essa motivação que conduzimos esta pesquisa, para tornar cada vez mais acessível em uma aplicação urbana.

O projeto tem como próxima etapa incluir na análise, os conversores de potência, só assim será possível conduzir a pesquisa para a busca do ponto de máximo

de potência (MPPT), no que torna o gerador mais eficiente.

Agradecimentos

Agradecimento ao DEMEI pelo apoio e patrocínio disponibilizado.

REFERÊNCIAS

- [1] M.Trindade J.S , M.J.L. Afonso “Sistema para Otimização da Extracção de Energia de Painéis Solares Fotovoltaicos” ENER’05 – Conferência sobre Energias Renováveis e Ambiente em Portugal – Portugal – maio de 2005
- [2] Quinteros, André Ricardo “Aquecimento de Água por Energia Solar”, Tecnólogo Mecânico, Professor do CEFET-SP - SOLETROL. *Aquecedores solares*. 2000. SILVA, R. B. *Ar Condicionado*. Departamento de Livros e Publicações do Grêmio Politécnico. 1969.
- [3] Hernández, F., Krenzinger, “Análise Experimental e Simulação de sistemas Híbridos e Eólico-Fotovoltaicos” Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, 2004;
- [4] PRINCON - Energia Fotovoltaica – “Manual sobre tecnologias, projecto e instalação” Portugal 2004 – Programa ALTERNER