

Projeto e Dimensionamento de um Sistema Fotovoltaico

Local da Instalação:

Projetista:

Data: / /

1. Levantamento do consumo de eletricidade – Wh/dia

Levantamento do sistema						
Item	Aparelho/ Lâmpada	Cômodo	Tensão (V)	Potência (W)	Uso (h/dia)	Consumo (Wh/dia)
01						
02						
03						
04						
05						
06						
07						
08						
09						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
	Cargas CC	-			-	
	Cargas CA	-			-	
	Perdas no inversor	-	-	-	-	
	Total	-	-		-	

Instruções para realização do exercício

O objetivo do exercício é projetar um sistema fotovoltaico isolado de pequeno porte para uma residência ou uma escola à escolha do aluno. O aluno pode escolher as cargas e aparelhos que serão energizados pelo sistema fotovoltaico (no mínimo 5 aparelhos/lâmpadas). Na seleção das cargas é preciso levar em conta as limitações dos sistemas fotovoltaicos para atendimento a cargas de alto consumo tais como chuveiros, ferros, fornos, motores e também refrigeradores de baixa eficiência.

Instruções para preenchimento da tabela

O objetivo da tabela é determinar os dados básicos relativos às cargas que se quer alimentar:

Aparelho/Lâmpada - Enumerar os aparelhos elétricos que serão alimentados pelo sistema (televisor, lâmpada, rádio, videocassete, antena parabólica, bomba d'água, refrigerador, etc.).

Cômodo - Anotar o cômodo ou local em que o aparelho será instalado (cozinha, quarto, banheiro, área externa, etc.).

Tensão (Volts) - Definir a tensão elétrica do aparelho (12 V de corrente contínua ou 120 V de corrente alternada).

Potência (Watts) - Especificar a potência nominal do aparelho. Devem ser utilizadas lâmpadas fluorescentes (compactas de 9W, tubulares de 16 ou 32 W, etc.), televisores de baixo consumo (ideal abaixo de 50 W), etc.

Uso (h/dia) - Determinar o número médio de horas diárias previstas para efetiva utilização do aparelho.

Consumo (Wh/dia) - Calcular o consumo médio diário de energia elétrica do aparelho. Basta multiplicar a potência do aparelho pelo número de horas que ele ficará ligado por dia.

- **Cargas CC e CA:** Calcular os totais separados de todas as cargas em corrente alternada e contínua.
 - **Tensão (V):** Anotar as respectivas tensões em CC e CA.
 - **Potência (W):** Somar separadamente as potências em CC e CA de cada aparelho.
- **Perdas no Inversor:** Depende das características do inversor e da forma operativa.
 - **Consumo (Wh/dia)** – Considerar 20% do total dos consumos das cargas CA.
- **Total :**
 - **Consumo (Wh/dia):** Somar os consumos das cargas em CC, CA e as perdas no inversor.

Exemplo: Foi definido que a residência terá:

- 1 lâmpada fluorescente de 20 W, 12 V na cozinha funcionando 3 h por dia.

- 1 televisor de 50 W, 120 V na sala, ligado 3 h por dia.

No exemplo a tabela seria preenchida da seguinte forma:

Levantamento do sistema						
Item	Aparelho/ Lâmpada	Cômodo	Tensão (V)	Potência (W)	Uso (h/dia)	Consumo (Wh/dia)
1	Lâmpada	Cozinha	12 cc	20	3	60
2	Televisor	Sala	120 ca	50	3	150
	Cargas CC	-	12 cc	20	-	60
	Cargas CA	-	120 ca	50	-	150
	Perdas no inversor	-	-	-	-	30
	Total	-	-	-	-	240

OBS: Em caso de dúvidas, enviar e-mail para o Prof. Carlos Alberto Alvarenga (alvarenga@solenerg.com.br).

2. Dimensionamento dos equipamentos do sistema

2.1. Banco de baterias – Ampère . hora

2.2. Gerador fotovoltaico – Watt _{pico}

2.3. Controlador de carga - Ampère

2.4. Inversor - Watt

3. Diagrama esquemático do sistema fotovoltaico

Com base nos cálculos efetuados desenhar um esquema elétrico do sistema mostrando todos os componentes dimensionados. A entrada de corrente contínua do inversor deve ser ligada diretamente à bateria.

Instruções para dimensionamento dos equipamentos do sistema

Deve-se procurar compatibilizar a produção de energia (que é função do local e da área dos módulos) e as necessidades de energia da carga dentro de determinados níveis de confiabilidade e custos.

2.1. Banco de baterias – Ampère.hora - Calcular a capacidade do banco de baterias levando em conta o consumo e a confiabilidade requerida para o sistema. Esta capacidade em Ah é calculada usando uma das duas expressões abaixo (considerar a que resulta na maior capacidade):

$$\text{Capacidade (Ah)} = \frac{\text{Consumo total (Wh/dia)} \times \text{Autonomia (dias)}}{\text{Tensão da bateria (V)} \times \text{Profundidade da descarga no final da autonomia (pu)}}$$

Consumo total (Wh/dia): retirar da tabela do Levantamento de consumo de eletricidade.

Autonomia (dias) Prever um período sem insolação de 3 a 5 dias de acordo com o clima local e a confiabilidade desejada. Normalmente em residências trabalha-se com 3 dias, em sistemas de telecomunicação com 5 dias.

Tensão da bateria: 12V (em sistemas muito grandes recomenda-se o uso de 24 V).

Profundidade da descarga no final da autonomia (pu) - 0,6 (descargas mais profundas significam vida útil menor para a bateria, e menos profundas um investimento inicial maior). Quando usar baterias automotivas em vez de estacionárias (recomendadas) considerar 0,5.

$$\text{Capacidade (Ah)} = \frac{\text{Consumo total (Wh/dia)}}{\text{Tensão da bateria (V)} \times \text{Profundidade descarga no final de cada noite (pu/dia)}}$$

Consumo total (Wh/dia): retirar da tabela do Levantamento de consumo de eletricidade.

Tensão da bateria: 12V (em sistemas muito grandes recomenda-se o uso de 24 V).

Profundidade da descarga no final de cada noite (pu/dia) – No máximo 0,20. Valores menores aumentam a vida útil da bateria: 0,15 (vida útil da bateria 5 anos) a 0,20 (vida útil da bateria 4 anos). Com baterias automotivas usar valores menores.

2.2. - Para o dimensionamento do gerador fotovoltaico deve-se usar a seguinte expressão:

$$\text{Potencia mínima do gerador (Wp)} = \frac{\text{Consumo total (Wh/dia)}}{\text{Horas equivalentes de sol pleno (h/dia)} \times \text{Fpp} \times \text{Fps}}$$

Potencia mínima do gerador (Wp): Potencia mínima total do conjunto de módulos necessária para produzir a energia solicitada pela carga.

Consumo Total (Wh/dia) : Retirar da tabela do Levantamento de consumo de eletricidade.

Horas equivalentes de sol pleno (horas/dia): Depende da latitude e nível de nebulosidade do local. Considerar o nível médio do mês mais crítico no plano escolhido para instalar os módulos. O módulo deve ter uma inclinação que privilegie o pior mês. Considerar entre 3,5 e 5 horas/dia de sol pleno para o pior mês de acordo com a localização escolhida. Esse dado poderá ser pesquisado através do site www.cresesb.cepel.br. Para o sul do Brasil considera-se entre 3,5 e 4. Para o Nordeste entre 4 e 5.

Fpp-Fator de perda de potência : 12V/ Vmp = 0,69 ; deve-se ao fato da tensão da bateria (12V) ser inferior à tensão de máxima potência do módulo a ser utilizado (Vmp=+-17,4V para os módulos Kyocera 87 Wp em sistemas de 12 V.). Estas perdas podem ser reduzidas através do uso de um controlador de carga com seguidor de máxima potência.

Fps-Fator de perdas e segurança: Para levar em conta a redução da geração do módulo devido à tolerância na fabricação, temperatura de trabalho, poeira, degradação, sombras, desalinhamentos e também as perdas elétricas na bateria, no controlador, na instalação além de incertezas sobre os dados utilizados e o consumo previsto. Valor típico: 0,8.

2.3. - Para o dimensionamento do controlador de carga verificar quais são as correntes máximas que ele deverá suportar tanto do lado dos módulos quanto do lado das cargas. Adotar o maior valor encontrado (está incluída nas formulas um fator de 1,1 como uma folga de segurança).

O cálculo da corrente do controlador de carga, do lado das cargas, pode ser obtido através da fórmula:

$$\text{Corrente do Controlador de Carga (A)} = \frac{\text{Potencia das cargas CC (Watts)} \times 1,1}{\text{Tensão do Banco de Baterias(V)}}$$

Para cálculo da corrente do controlador de carga no lado dos módulos usar a fórmula abaixo considerando a corrente de curto circuito total do arranjo de séries de módulos utilizados. A corrente de curto-circuito de um módulo de 87 Wp-12V é 5,34 A .

$$\text{Corrente do controlador de Carga (A)} = \text{Corrente de curto-circuito de cada módulo (A)} \times \text{número de módulos em paralelo} \times 1,1$$

Pode-se estimar para sistemas de 12 V que a corrente de curto circuito de um gerador fotov. é de 0,06 A/Wp (metade em sistemas de 24V)

$$\text{Corrente do Controlador de Carga (A)} = \text{Potencia final do gerador fotovoltaico escolhido (Wp)} \times 0,06 \text{ (A/Wp)} \times 1,1$$

2.4. - Para o dimensionamento do inversor, verificar a potência total das cargas de CA (Retirar da tabela do Levantamento de consumo de eletricidade) e selecionar um inversor com capacidade mínima 10% acima. A tensão de entrada deve ser igual à tensão das baterias e a de saída igual à tensão das cargas de corrente alternada.