

Exercício – Etapa 4

PEA 2200 / PEA 3100

Etapa 4 - Sistema fotovoltaico

Objetivo

Essa etapa do Seminário tem a função de realizar uma avaliação técnica-econômica da implantação de um sistema fotovoltaico nas edificações.

Neste caso, a opção que será adotada será a de um sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica.

O sistema conectado à rede tem a seguinte configuração simplificada:

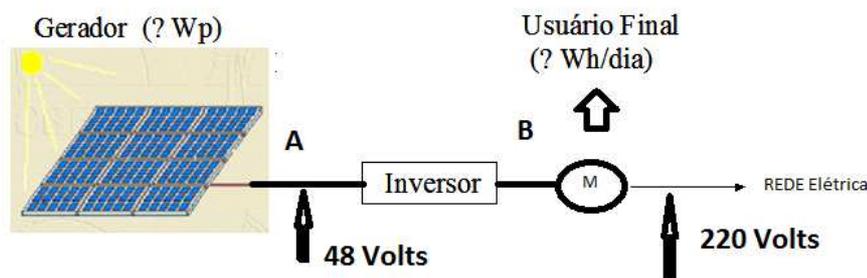


Figura 1

Gerador – conjunto de módulos fotovoltaicos (Painel solar) ligados em série-paralelo para fornecer a potência necessária e nível de tensão CC requerida pelo inversor utilizado.

Inversor – Equipamento que converte a energia gerada com voltagem CC para voltagem AC.

M – Medidor de energia elétrica – mede a energia injetada e consumida da rede elétrica.

O sistema também conta com cabos (condutores elétricos que interligam os componentes do sistema, disjuntor e painel).

Para o dimensionamento do sistema o aluno deverá recuperar da etapa 2, o consumo diário de energia (Wh/dia).

Porquê etapa 2? Como sistemas fotovoltaicos ainda possuem um preço elevado, é importante que os mesmos sejam dimensionados considerando um consumo de energia mais eficiente.

A seguir apresenta-se um roteiro para dimensionamento do sistema

Passo 1 : Recuperar o consumo diário de energia (Wh/dia)

Passo 2 : Acessar o site do Cresesb (etapa 2) para verificar a radiação solar a ser utilizada de acordo com a localização da edificação.

Obs: Usar a radiação diária (kWh/m²) na latitude do local e média dos 12 meses.

- <http://www.cresesb.cepel.br/sundata/index.php>

Passo 3 : Para calcular a energia que o painel solar deve gerar (ponto A do sistema) para atender o consumo diário de carga, a seguinte equação deve ser utilizada:

$$\text{Consumo A} = \text{Consumo B} / (\eta_{\text{inverso}} \times (1 - \text{perdas na fiação}))$$

η_{inverso} - rendimento do inversor : utilizar 90%

Utilizar para perda na fiação = 3%

Passo 4 : Cálculo da potência do painel solar

Para este cálculo é necessário conhecer a radiação solar diária levantada de acordo com as condições estabelecidas acima.

$$P(\text{Wp}) = \text{Consumo no ponto A} / \text{NSP}$$

NSP = Número de horas de sol pleno.

O que vem a ser isto?????

Explicação esta na figura 2:

Cálculo do número de horas de sol pleno (NSP)

Radiação diária média mensal = 4 kWh / m²

NSP = Reflete o número de horas em que a radiação solar deve permanecer constante e igual a 1kW/m² de forma que a energia resultante seja equivalente à energia acumulada para o dia em questão.

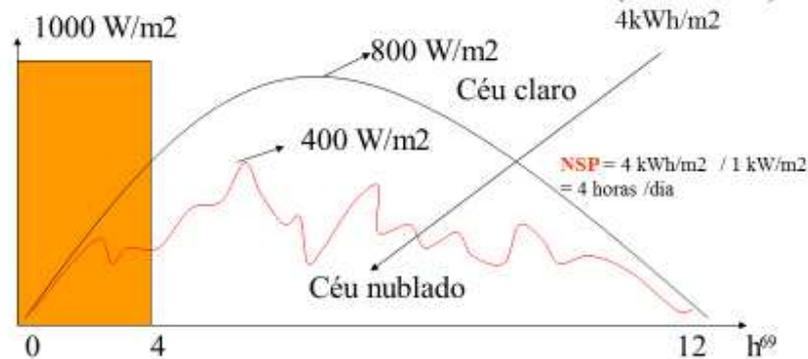


Figura 2

Assim sendo, a potência do painel é calculada na unidade Wp (Watts-pico).

Os módulos fotovoltaicos são vendidos na potência Wp, ou seja, um módulo de 100Wp significa que ele atinge esta potência quando a radiação solar atinge seu valor máximo ao meio dia (sol pleno – céu sem nenhuma nuvem) que é de 1000W/m².

O aluno deverá consultar no mercado módulos : potência (Wp) e tensão na saída (Vcc)

Por exemplo (chute)

Se o aluno escolher um módulo de 120 Wp; 24Vcc e a potência do painel calculada foi igual a 1200Wp, terá que ser adquirido:

Número de módulos = 1200Wp/120Wp = 10 módulos

Como eles deverão ser ligados??

Como a tensão do lado CC do sistema sugerido foi de 48 volts, terão que ser ligados dois módulos em série.

$$48V_{cc}/24V_{cc} = 2$$

Para alcançar a potência necessária terá que ter 05 ramos em paralelo de dois módulos em série.

Configuração da ligação dos módulos:

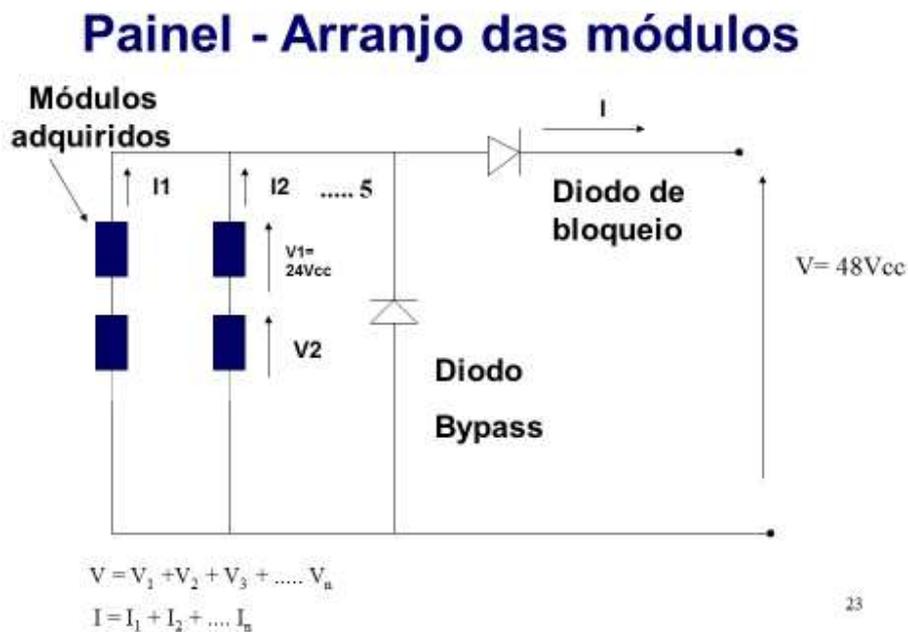


Figura 3

Lembrando que potência = $V \times I$ (Watts)

Não se preocupem com os diodos. Eles já fazem parte do módulos adquiridos.

Passo 5: Escolha do inversor

Escolha no mercado um inversor com potência 1,2 x potência do painel. Se o *datasheet* do inversor fornecer a eficiência, tudo bem, se não, como informado acima, use o valor de 90%. O inversor deve ter uma tensão de entrada de 48Vcc (Claro. Sua entrada está ligada diretamente no painel solar) e uma saída de 220 Volts conforme indica o esquema. É possível adquirir inversores de

menor potência e colocar um número maior deles para chegar na potência requerida.

Ufa. Estamos perto do final .

Pronto: agora já dá para fazer um esquema completo da ligação do circuito considerando número de módulos e inversores conforme o esquema mostrado na figura 1.

Mais um pouco:

Importante: Calcular a área ocupada pelo painel solar. Afinal, será que temos telhado para colocar os módulos?

Equação para cálculo aproximado da área:

$$P(W_p) = n_m \times A_{\text{painel}} (\text{área em m}^2) \times 1000 \text{ W/m}^2$$

$$A_{\text{painel}} (\text{m}^2) = P(W_p) / (n_m \times 1000)$$

Porque usar a radiação de 1000 W /m²? Porque a potência foi calculada na unidade W_p (*Lembra?*)

Caso o *datasheet* do módulo escolhido não indique sua eficiência (n_m), considerar um valor de 15%.

Você encontrou um problema? Não tem espaço no seu telhado para instalar esta quantidade de módulos?

Solução: Redimensione o seu sistema calculando a potência do painel para atender 50% do seu consumo. Espero que dessa vez o seu telhado comporte. Se mesmo assim , não der, diminua a % atendida.

A má notícia, é que terá que refazer os cálculos e os desenhos. Mãos à obra.

Avaliação econômica:

Dimensionado o sistema, as seguintes informações são necessárias para cálculo da viabilidade econômica.

- Preço do módulo
- Preço do inversor

- Considere um custo de instalação (cabos, painel, disjuntor, medidor e instalação dos módulos) = 2000 R\$/kW instalado
- Tarifa de energia elétrica (R\$/kWh) – a sua
- taxa de desconto = 12%

Calcular:

- Custo total de investimento (R\$) = Custo dos equipamentos + custo de instalação
- Custo do kWp instalado (Investimento / kW instalado)

Sendo kW instalado = potência do painel em kWp

- Custo da energia gerada (R\$/MWh) = Investimento total x FRC / Energia anual gerada*

***Trata-se de um cálculo simplificado, pois está se considerando que a vida útil do inversor é igual a dos módulos fotovoltaicos – 25 anos**

Sendo: FRC = Fator de recuperação do capital =
$$FRC(i, n) = \frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Relatório consolidado:

Neste caso: façam uma tabela mostrando os resultados de todos os elementos do grupo, comentado e justificando as diferenças.

Em suma: Parâmetros a ser calculados:

- Potência do painel solar
- Potência dos inversores
- Número de módulos e inversores
- Desenho esquemático da ligação
- Área ocupada pelos módulos
- Custo total do investimento
- Custo do kWp instalado
- Custo de energia gerada

É necessário ter nos relatórios, dados dos parâmetros pesquisados e utilizados nos cálculos.

Bom trabalho