

# Trabalho da disciplina

## PEA 3100- 2º semestre de 2017

---



Professor da disciplina:

Professor	e.mail.	Ramal
André L. V. Gimenes	<a href="mailto:gimenes@pea.usp.br">gimenes@pea.usp.br</a>	3091-9716

## ETAPA 04

### Sistema fotovoltaico

Engenharia Computação - cooperativo

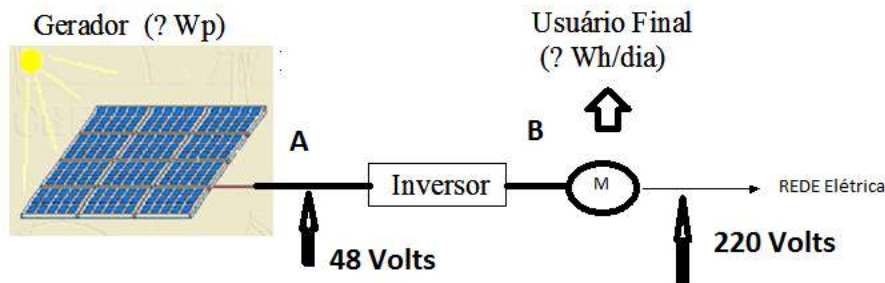
## Exercício – Etapa 4

### 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/m<sup>2</sup>) 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:

$$\text{Consumo A} = \text{Consumo B} / (\eta_{\text{inversor}} \times (1 - \text{perdas nos condutores}))$$

$\eta_{\text{inverso}}$  - rendimento do inversor : utilizar 90%

Utilizar para perda nos condutores = 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.

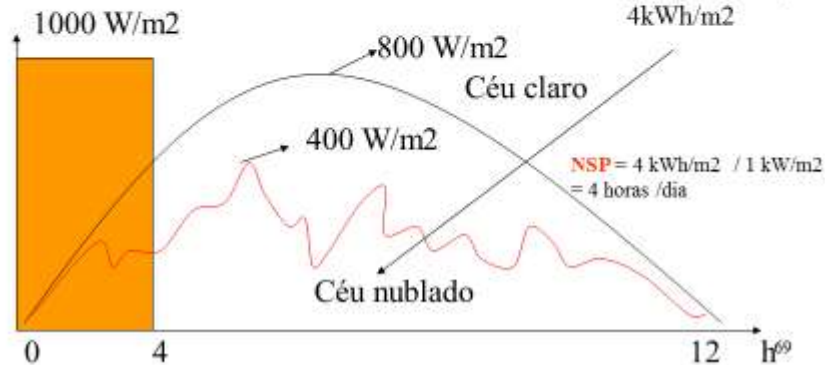
O que vem a ser isto?????

**Explicação esta na figura 2:**

## Cálculo do número de horas de sol pleno (NSP)

Radiação diária média mensal = 4 kWh / m<sup>2</sup>

NSP = Reflete o número de horas em que a radiação solar deve permanecer constante e igual a 1kW/m<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup>.

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

Por exemplo:

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

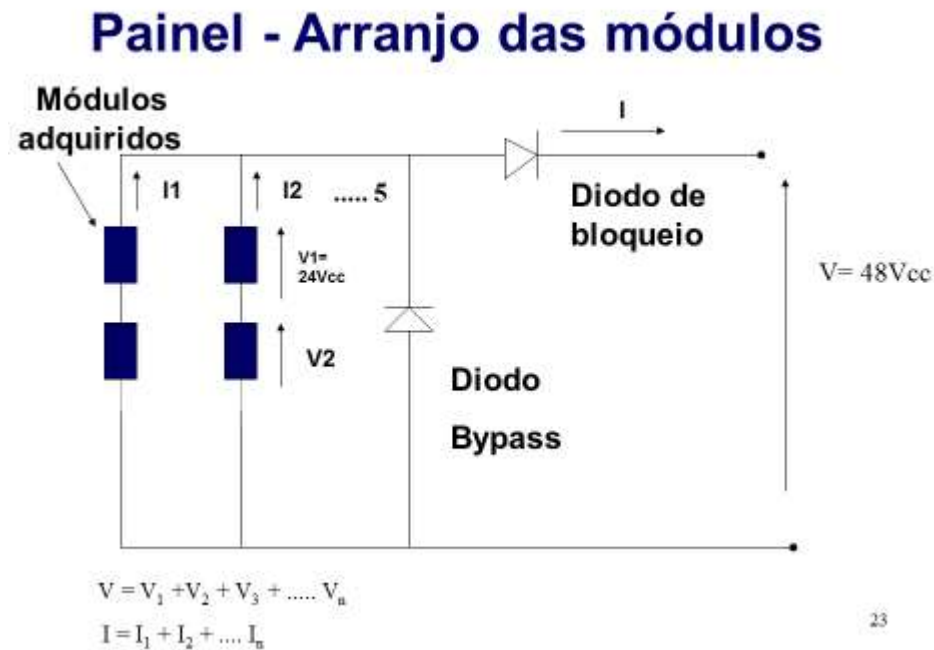
### **Como eles deverão ser ligados??**

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.**

## **Lembrete: O sistema dimensionado é bifásico**

**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:

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

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

Porque usar a radiação de 1000 W /m<sup>2</sup>? Porque a potência foi calculada na unidade Wp ( *Lembra?* )

Caso o *datasheet* do módulo escolhido não indique sua eficiência ( $\eta_m$ ), 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, use a área disponível do telhado, redimensione o número de módulos e calcule a % da carga atendida.

Refaça os cálculos e os esquemas.

## **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, quadro, 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 (inversor +módulos) + custo de instalação
- Custo do kWp instalado ( total de Investimento / kWp instalado)
- Custo da energia gerada (R\$/MWh)= Custo total de Investimento 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 =  $FRC(i,n) = \frac{i.(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$

### **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***