

Atividade Sistema Fotovoltaico Parque Candido Portinari

Objetivo

Dimensionar um gerador fotovoltaico de 60 kWh na localidade do IF-USP

Roteiro

Depois da visita ao Parque Candido Portinari, onde irá visualizar a instalação de uma usina fotovoltaica, assim como tem no IEE-USP, deverá produzir um trabalho em que:

- Fará um resumo da biografia de Candido Portinari
- Fará um resumo da história do IF-USP
- Diferenciar um sistema on-grid de um sistema off-grid
- Pesquisar geradores fotovoltaicos integrados à arquitetura e não integrados
- Fará um gerador fotovoltaico de acordo com o que se pede, baseado na explicação em anexo.

Parte 1

Fazer uma biografia (resumida) de Candido Portinari e do IF-USP.

Parte 2

- Explicar, brevemente, o que são os sistemas on-grid e off-grid.
- Dar exemplos de geradores fotovoltaicos integrados e não integrados à arquitetura e concluir o que é mais vantajoso.

Parte 3

Dimensionar um gerador fotovoltaico de 60 kWh/mês, off-grid, no IF-USP (fazer um diagrama do sistema), com tensão de 24 V.

Para saber os dados de irradiação acesse "<http://cresesb.cepel.br/index.php#data>", no menu lateral acesse "Potencial Energético" e escolha a opção "Potencial Solar". Leia as informações da página, e nos valores de latitude e longitude utilize: 23,5 Sul, 46,7 Oeste.

Dos 3 locais dados, utilize o primeiro (23,5° S, 46,749° O). E para o Cálculo no Plano Inclinado use os valores do ângulo igual a latitude (mais usada).

Exemplo de dimensionamento de um gerador fotovoltaico de 30 kWh/mês, off-grid.

Latitude: 23,5° S
Longitude: 46,7° O

| # | Estação | Município | UF | País | Irradiação solar diária média [kWh/m ² .dia] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|-----------|----|--------|---|---------------|----------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|
| | | | | | Latitude [°] | Longitude [°] | Distância [km] | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez | Média | Delta | |
| ✓ | Sao Paulo | Sao Paulo | SP | BRASIL | 23,5° S | 46,749° O | | 5,0 | 5,25 | 5,53 | 4,73 | 4,21 | 3,46 | 3,19 | 3,29 | 4,26 | 4,26 | 4,77 | 5,19 | 5,77 | 4,49 | 2,57 |

- Tem-se uma irradiação média de $4,49 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{dia}}$ para o local escolhido (IF-USP).

- O gerador que se pretende é de 30 kWh/mês, portanto, 1 000 W/dia.

- Como um prédio comum utiliza apenas corrente alternada (CA), toda a energia gerada será usada em CA.

- Tensão para o sistema fotovoltaico de 24 V.

$$L = \frac{L_{CC}}{\eta_g} + \frac{L_{CA}}{\eta_g \cdot \eta_{inv}}$$

L - energia necessária

L_{CC} - energia fornecida em corrente contínua (CC)

L_{CA} - energia fornecida em corrente alternada (CA)

η_g - eficiência do gerador (em geral, $\eta_g = 0,85$)

η_{inv} - eficiência do inversor (inverte a corrente contínua que vem das placas ou baterias em corrente alternada para a residência/prédio, em geral, $\eta_{inv} = 0,85$)

A energia utilizada será de 1 000 Wh em corrente alternada, portanto:

$$L = \frac{L_{CC}}{\eta_g} + \frac{L_{CA}}{\eta_g \cdot \eta_{inv}} = \frac{0}{0,85} + \frac{1000}{0,85 \cdot 0,85}$$

$$L = 1384 \frac{\text{Wh}}{\text{dia}}$$

Dividindo esse valor pela tensão do gerador, acha-se o valor de carga necessária:

$$L(\text{Ah}) = \frac{1384}{24} = 57,7 \frac{\text{Ah}}{\text{dia}}$$

Essa é energia total necessária.

$$CB^* = \frac{L \cdot N}{P_{d_{\text{máx}}}}$$

CB^* - capacidade do acumulador, em Wh

N - número de dias de autonomia do sistema

$P_{d_{máx}}$ - máxima profundidade de descarga do acumulador

Quanto maior a descarga das baterias menos tempo elas duram, além de perderem tensão. Assim, há um valor máximo para a descarga delas antes do sistema entrar em "black-out". Geralmente, utiliza-se o valor de 50% para descarga máxima das baterias. E para a autonomia, vamos usar 2 dias.

Logo, temos:

$$CB^* = \frac{L \cdot N}{P_{d_{máx}}} = \frac{1384 \cdot 2}{0,5} = 5536 \text{ Wh}$$

Dividindo esse valor pela tensão escolhida para o gerador, acha-se o valor de carga da bateria em Ah.

$$CB(Ah) = \frac{5536}{24} \Rightarrow CB(Ah) = 230 \text{ Ah}$$

Então, é necessário um acumulador de carga com capacidade mínima de 230 Ah.

Para esse valor, teríamos uma profundidade de descarga de:

$$P_d = \frac{57,7}{230} = 0,25 \Rightarrow P_d = 25\%$$

Agora, iremos analisar as tabelas de baterias e módulos fotovoltaicos disponíveis para montar um sistema adequado ao dimensionamento feito acima.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

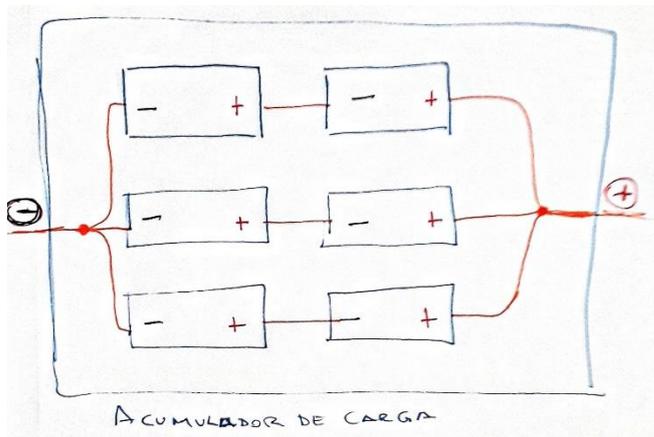
| Modelo | Capacidade Nominal (Ah) | | | Tensão (V) |
|---------------|-------------------------|---------|---------|------------|
| | em 100 h | em 20 h | em 10 h | |
| DF300 | 30 | 26 | 24 | 12 |
| DF500 | 40 | 36 | 30 | 12 |
| DF700 | 50 | 45 | 41 | 12 |
| DF1000 | 70 | 60 | 54 | 12 |
| DF1500 | 93 | 80 | 76 | 12 |
| DF2000 | 115 | 105 | 94 | 12 |
| DF2500 | 165 | 150 | 130 | 12 |
| DF3000 | 185 | 170 | 156 | 12 |
| DF4001 | 240 | 220 | 200 | 12 |

Nessa tabela, temos alguns valores e o tempo de descarga da bateria. Vamos usar a coluna “em 20 h”. Nenhuma bateria supre os 230 Ah, portanto, necessitaremos de uma associação de baterias.

Nesse exemplo usarei as de 80 Ah em 20 h (modelo: DF1500). Então:

$n_b = \frac{230}{80} = 2,875 \Rightarrow n_b = 3$, número associações de baterias em paralelo para a carga necessária (230 Ah). Como o sistema é de 24 V e essas baterias são de 12 V, será necessário associar duas em série para obter essa tensão.

Assim, o sistema fica algo como na figura a seguir:



Nesse caso temos:

$$CB_{acum} = 3 \cdot 80 = 240 \text{ Ah}$$

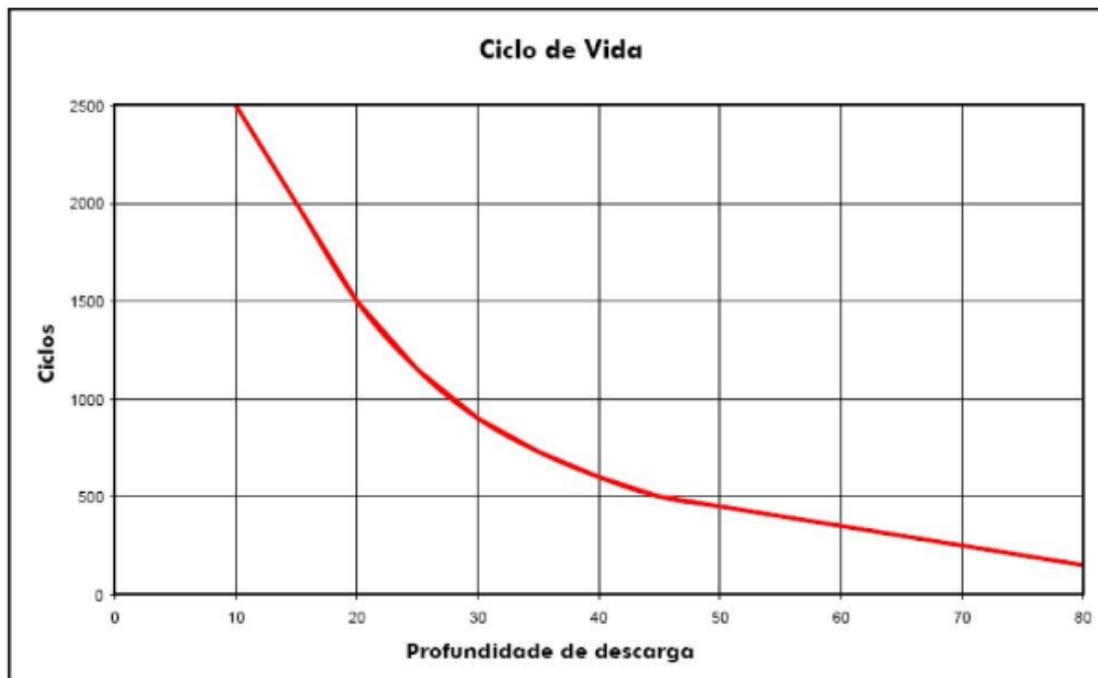
Com esse banco de baterias, temos uma profundidade de descarga de:

$$P_{d_{acum}} = \frac{57,7}{240} = 0,240 \Rightarrow P_{d_{acum}} = 24\%$$

Agora, vamos verificar qual a quantidade de ciclos, aproximada, para essa profundidade de descarga.

VIDA ÚTIL

As baterias estacionárias Heliar Freedom foram projetadas para uma vida útil superior a 4 :



As baterias estacionárias Heliar Freedom foram projetadas para uma vida útil superior a 4 anos (a uma temperatura de 25 °C e profundidade de descarga de 20%).

O nosso acumulador projetado tem profundidade de 24%, aproximadamente 1250 ciclos.

$$\frac{1250}{365} \cong 3,425 \text{ anos}$$

$$0,425 \cdot 365 = 155 \text{ dias} \cong 5 \text{ meses}$$

Então, as baterias terão uma vida útil de aproximadamente 3 anos e 5 meses com o sistema projetado.

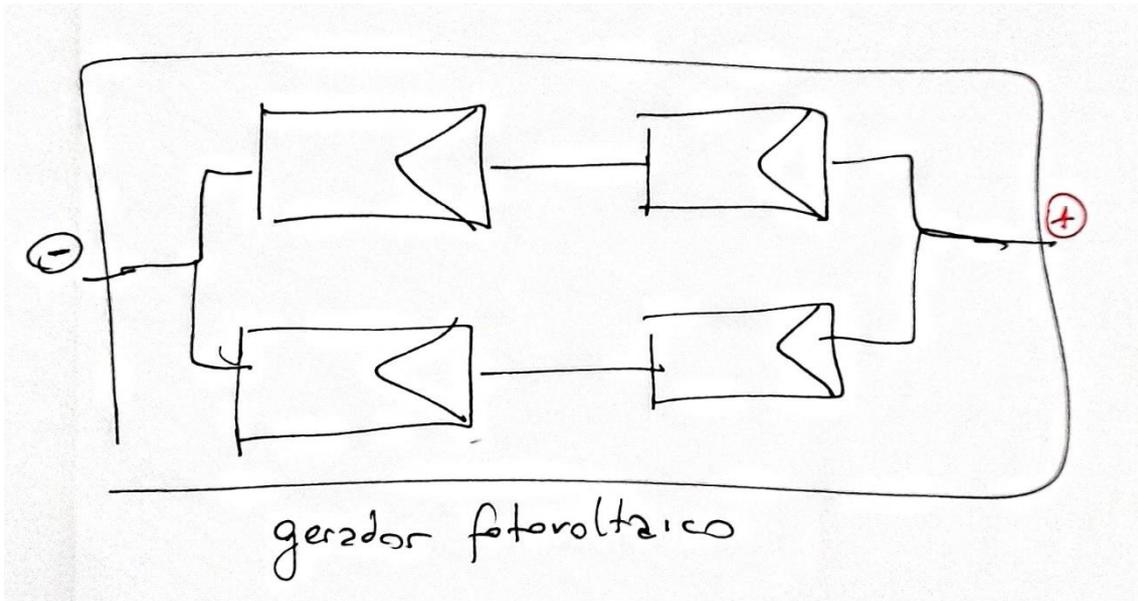
Agora, faremos a escolha do gerador fotovoltaico.

$$P = 1,25 \cdot \frac{L}{HSP}$$

HSP = horas de sol pleno é a irradiação média do local escolhido.

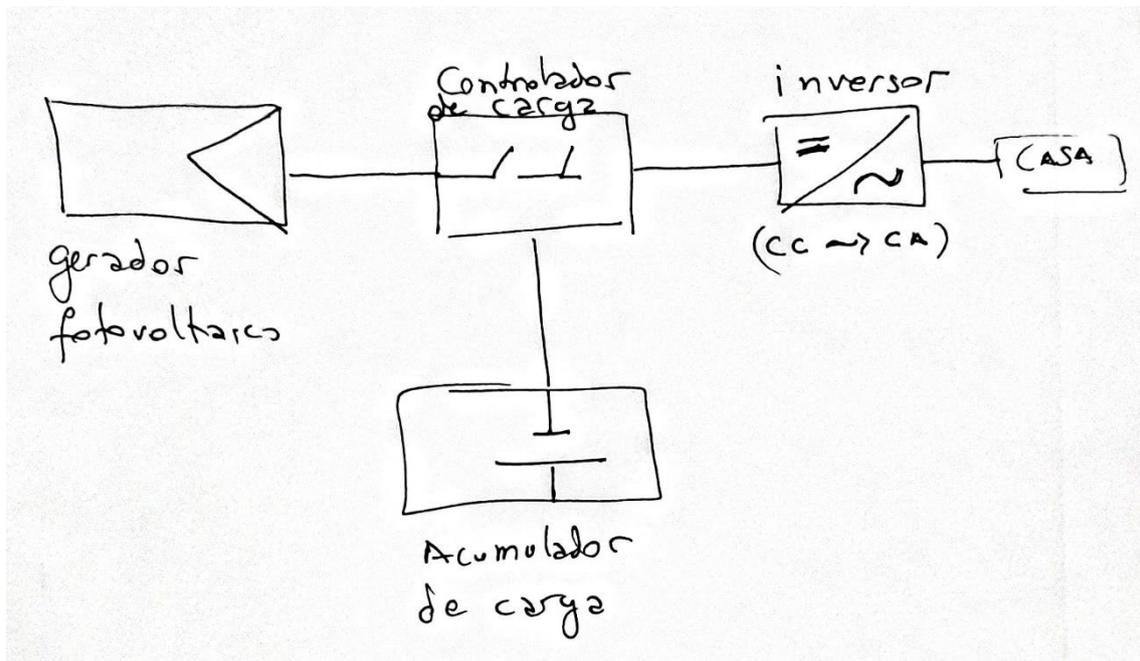
$$P = 1,25 \cdot \frac{L}{HSP} = 1,25 \cdot \frac{1384}{4,49} = 385,3 \text{ Wp} \quad (\text{Wp} - \text{watt-pico})$$

Considere, 4 módulos solares de 100 Wp, com tensão de 12 V.



$$P_{total} = 4 \cdot 100 = 400 \text{ Wp}$$

Então, assim ficou nosso sistema:



Gerador fotovoltaico de 400 Wp.

Acumulador de carga de 240 Ah.