

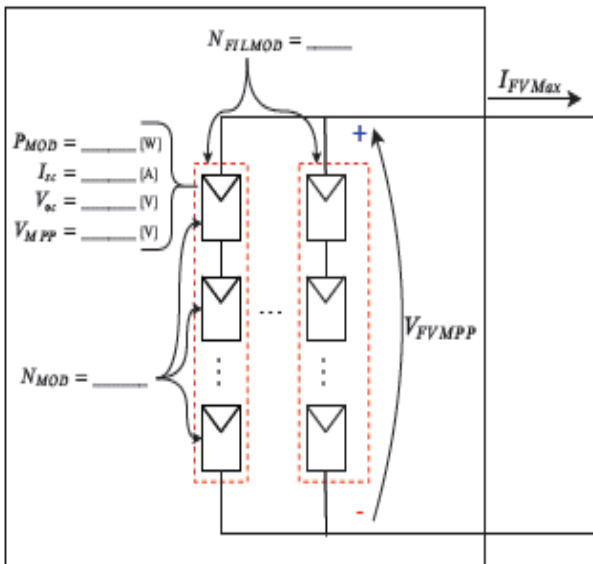


32_Dimensionamento de um sistema fotovoltaico isolado ou Offgrid

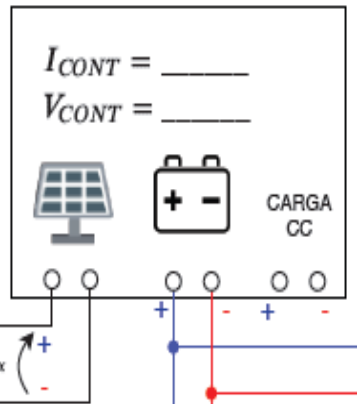
www.sel.eesc.usp.br/cursosolar/

Prof. Dr. Elmer Pablo Tito Cari

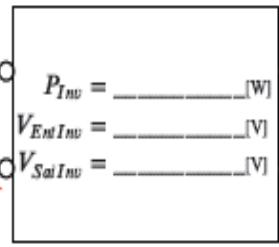
4. Modulo Fotovoltaico



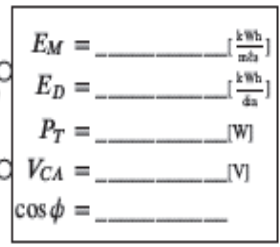
5. Controlador de Carga



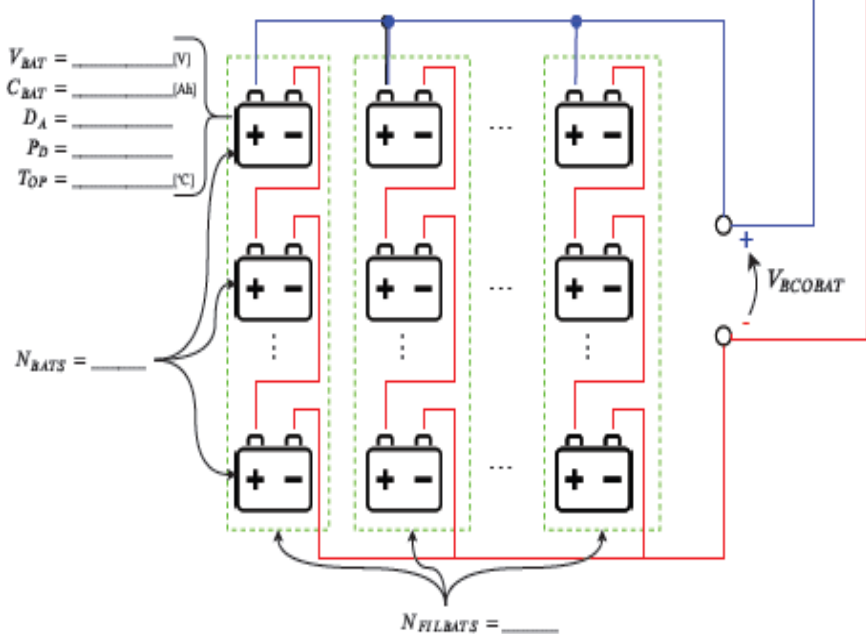
2. Inversor Offgrid



1. Carga



3. Banco de Baterias



Dimensionamento de um Sistemas Fotovoltaicos OffGrid

- 1 Carga
- 2 Inversor Offgrid
- 3 Banco de Baterias
- 4 Módulos Fotovoltaicos
- 5 Controlador de Carga

1 Carga

Equip.	Qde	Pot. (W)	Subtotal (W)	Uso (d)	Horas (h)	Cons./mês (kWh)
Pot total(P_T)				Energia mensal(E_M)		
				Energia diária(E_D)		

Equip.	Qde	Pot. (W)	Sub. tot (W)	Uso (dias)	Horas (h)	Cons. (kWh/mês)
Lâmpadas Led	5	12	60	30	5	9,0
Geladeira (57 lit)	1	180	180	30	10	54,0
TV Led(32")	2	95	190	30	5	28,5
Maq.lav. Roupas	1	500	500	12	1	6,0
NoteBook	2	30	60	30	8	14,4
Potencia Total			990	E_M		111,9 kWh/mês



$$P_T = 990 \text{ W}$$



$$E_D = E_M / 30 \text{ dias}$$

$$E_D = 111,9 / 30$$

$$E_D = 3,73 \text{ kWh/dia}$$

Resumo

$$P_T = 990 \text{ W}$$

$$E_D = 3730 \text{ Wh}$$

1. CARGA

Valores Indicados

$$E_M = \text{_____} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{mês}} \right]$$

$$E_D = \text{_____} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{dia}} \right]$$

$$P_T = \text{_____} [\text{W}]$$

$$V_{CA} = \text{_____} [\text{V}]$$

$$\cos \phi = \text{_____}$$

E_M : Energia mensal da carga

E_D : Energia diária da carga

P_T : Potência total da carga

V_{CA} : Tensão da carga

$\cos \phi$: Fator de potência da carga (0.9)

Valores Calculados

$$I_{CA} : \frac{P_T}{V_{CA} \cos \phi} = \text{_____}$$

I_{CA} : Corrente da carga em corrente alternada

Resumo

$$P_T = 990 \text{ W}$$

$$E_D = 3,73 \text{ Wh/dia}$$

1. CARGA

Valores Indicados

$$E_M = \underline{\underline{111,9}} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{mês}} \right]$$

$$E_D = \underline{\underline{3,72}} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{dia}} \right]$$

$$P_T = \underline{\underline{990}} [\text{W}]$$

$$V_{CA} = \underline{\underline{127}} [\text{V}]$$

$$\cos \phi = \underline{\underline{0,9}}$$

E_M : Energia mensal da carga

E_D : Energia diária da carga

P_T : Potência total da carga

V_{CA} : Tensão da carga

$\cos \phi$: Fator de potência da carga (0.9)

Valores Calculados

$$I_{CA} : \frac{P_T}{V_{CA} \cos \phi} = \underline{\underline{8,7 \text{ A}}}$$

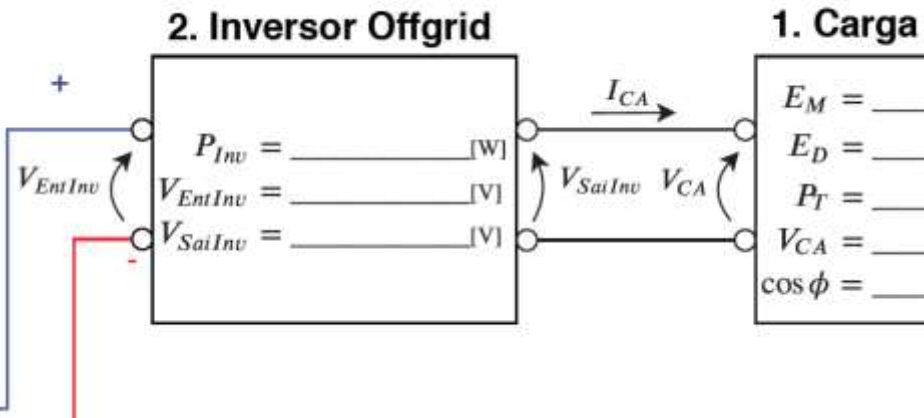
I_{CA} : Corrente da carga em corrente alternada

CC

CA

Entrada

saída



$P_T = 990 \text{ W}$

2. INVERSOR OFFGRID

Valores Indicados

$$V_{EntInv} = \text{_____} [V]$$

$$\eta_{Inv} = \text{_____}$$

V_{EntInv} : Tensão de entrada do inversor em corrente contínua (12/24/36/48) [V]

η_{Inv} : Eficiência do inversor (0.85)

Valores Calculados

$$V_{SaiInv} : V_{CA} = \text{_____} [V]$$

$$P_{Inv} : \frac{P_T}{\eta_{Inv}} = \text{_____} [W]$$

V_{SaiInv} : Tensão de saída do inversor corrente alternada (igual a V_{2a})

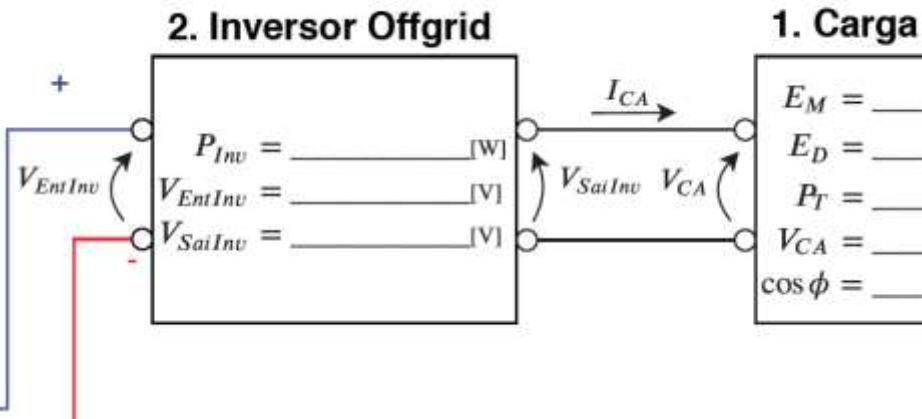
P_{Inv} : Potência do inversor

CC

CA

Entrada

saída



2. INVERSOR OFFGRID

Valores Indicados	
$V_{EntInv} =$	<u>24</u> [V]
$\eta_{Inv} =$	<u>0,85</u>

V_{EntInv} : Tensão de entrada do inversor em corrente contínua (12/24/36/48) [V]
 η_{Inv} : Eficiência do inversor (0.85)

Valores Calculados	
$V_{SaiInv} : V_{CA} =$	<u>127</u> [V]
$P_{Inv} : \frac{P_T}{\eta_{Inv}} =$	<u>1165</u> [W]

V_{SaiInv} : Tensão de saída do inversor corrente alternada (igual a V_{2a})
 P_{Inv} : Potência do inversor

$P_T = 990 \text{ W}$

Escolhe-se um inversor:

Modelo: Epsolar IP2000VA

Potência: 1600W

Eficiência: 0,85

Vsaiada: 120V (CA)

Ventrada: 21-32 V (CC)

Custo base: R\$1879

Loja: minha casa solar



IMP REV IP-2000-21-24V/110V - IP
24V/110V ONDA SENOIDAL EPSO

2. INVERSOR OFFGRID

Valores Indicados

$$V_{EntInv} = \underline{\quad 24 \quad} [V]$$

$$\eta_{Inv} = \underline{\quad 0,85 \quad}$$

V_{EntInv} : Tensão de entrada do inversor em corrente contínua (12/24/36/48) [V]

η_{Inv} : Eficiência do inversor (0.85)

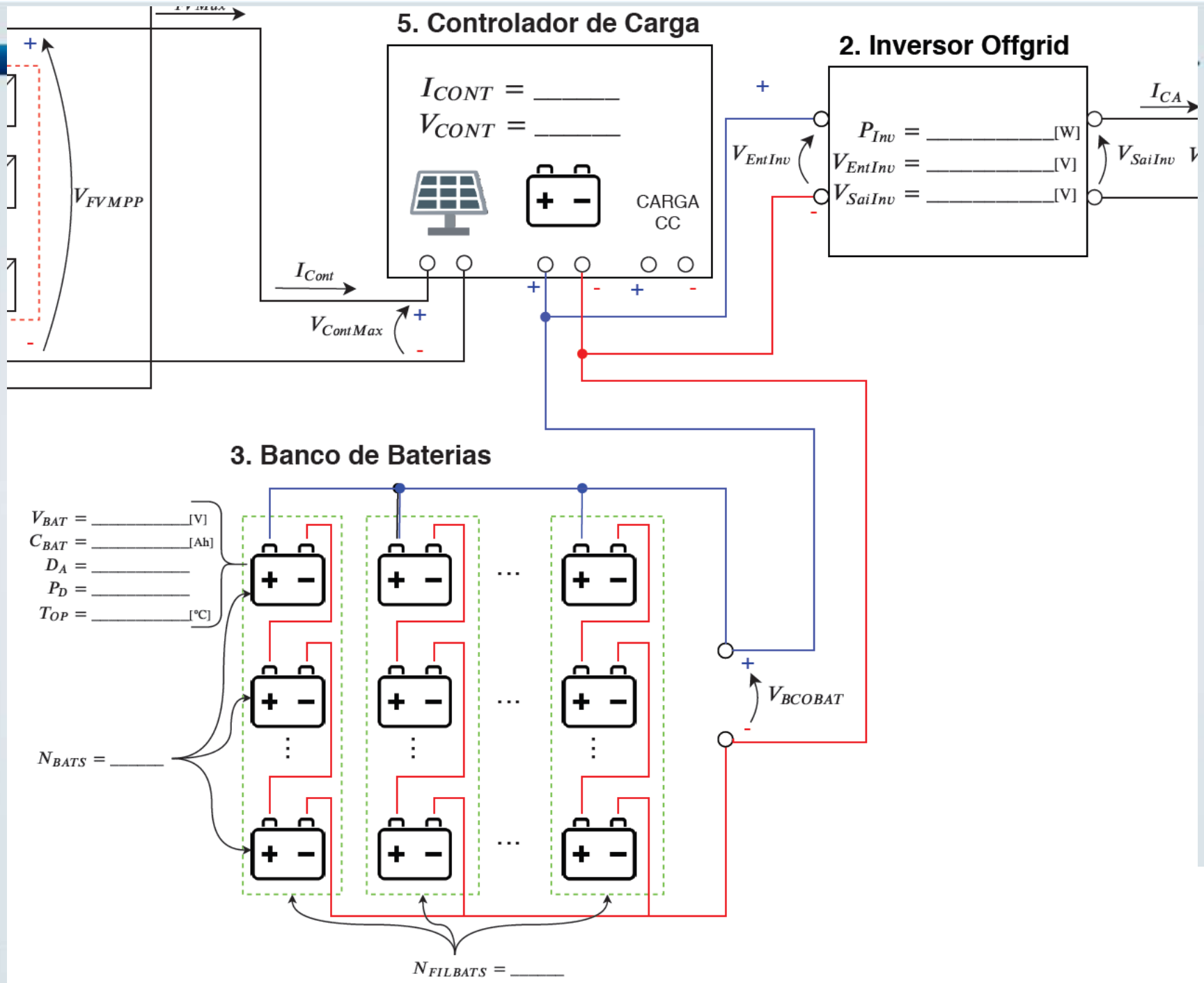
Valores Calculados

$$V_{SaiInv} : V_{CA} = \underline{\quad 127 \quad} [V]$$

$$P_{Inv} : \frac{P_T}{\eta_{Inv}} = \underline{\quad 1165 \quad} [W]$$

V_{SaiInv} : Tensão de saída do inversor corrente alternada (igual a V2a)

P_{Inv} : Potência do inversor



2. INVERSOR OFFGRID

Valores Indicados

$$V_{EntInv} = \underline{\quad 24 \quad} [V]$$

$$\eta_{Inv} = \underline{\quad 0,85 \quad}$$

V_{EntInv} : Tensão de entrada do inversor em corrente contínua (12/24/36/48) [V]
 η_{Inv} : Eficiência do inversor (0.85)

Valores Calculados

$$V_{SaiInv} : V_{CA} = \underline{\quad 127 \quad} [V]$$

$$P_{Inv} : \frac{P_T}{\eta_{Inv}} = \underline{\quad 1165 \quad} [W]$$

V_{SaiInv} : Tensão de saída do inversor corrente alternada (igual a V2a)
 P_{Inv} : Potência do inversor

3. BANCO DE BATERIAS

Valores Indicados

$$V_{BAT} = \underline{\quad 12 \quad} [V]$$

$$C_{BAT} = \underline{\quad 150 \quad} [Ah]$$

$$D_A = \underline{\quad 2 \text{ dias} \quad}$$

$$P_D = \underline{\quad 0,4 \quad}$$

$$T_{OP} = \underline{\quad 40 \quad} [^{\circ}C]$$

V_{BAT} : Tensão da bateria
 C_{BAT} : Capacidade da bateria
 D_A : Dias de autonomia
 P_D : Profundidade de descarga
 T_{OP} : Temperatura de operação

Valores Calculados

$$V_{BcoBAT} : V_{EntInv} = \underline{\quad \quad} [V]$$

$$N_{BATS} : \frac{V_{EntInv}}{V_{BAT}} = \underline{\quad \quad}$$

$$C_{BcoBAT} : \frac{E_D D_A}{V_{BcoBAT} P_D} = \underline{\quad \quad} [Ah]$$

$$N_{FilBAT} : \frac{C_{BcoBAT}}{C_{BAT}} = \underline{\quad \quad}$$

$$N_{TBAT} : N_{BATS} N_{FilBAT} = \underline{\quad \quad}$$

V_{BcoBAT} : Tensão de banco da baterias
 N_{BATS} : Número da baterias em série
 C_{BcoBAT} : Capacidade do banco da baterias
 N_{FilBAT} : Número de fileiras da baterias
 N_{TBAT} : Número Total da baterias

2. INVERSOR OFFGRID

Valores Indicados

$$V_{EntInv} = \underline{24} \text{ [V]}$$

$$\eta_{Inv} = \underline{0,85}$$

V_{EntInv} : Tensão de entrada do inversor em corrente contínua (12/24/36/48) [V]
 η_{Inv} : Eficiência do inversor (0.85)

Valores Calculados

$$V_{SaiInv} : V_{CA} = \underline{127} \text{ [V]}$$

$$P_{Inv} : \frac{P_T}{\eta_{Inv}} = \underline{1165} \text{ [W]}$$

V_{SaiInv} : Tensão de saída do inversor corrente alternada (igual a V2a)
 P_{Inv} : Potência do inversor

3. BANCO DE BATERIAS

Valores Indicados

$$V_{BAT} = \underline{12} \text{ [V]}$$

$$C_{BAT} = \underline{150} \text{ [Ah]}$$

$$D_A = \underline{2 \text{ dias}}$$

$$P_D = \underline{0,4}$$

$$T_{OP} = \underline{40} \text{ [}^\circ\text{C]}$$

V_{BAT} : Tensão da bateria
 C_{BAT} : Capacidade da bateria
 D_A : Dias de autonomia
 P_D : Profundidade de descarga
 T_{OP} : Temperatura de operação

Valores Calculados

$$V_{BcoBAT} : V_{EntInv} = \underline{24} \text{ [V]}$$

$$N_{BATS} : \frac{V_{EntInv}}{V_{BAT}} = \underline{2}$$

$$C_{BcoBAT} : \frac{E_D D_A}{V_{BcoBAT} P_D} = \underline{777,1} \text{ [Ah]}$$

$$N_{FilBAT} : \frac{C_{BcoBAT}}{C_{BAT}} = \underline{5,14 \approx 5}$$

$$N_{TBAT} : N_{BATS} N_{FilBAT} = \underline{10}$$

V_{BcoBAT} : Tensão de banco da baterias
 N_{BATS} : Número da baterias em série
 C_{BcoBAT} : Capacidade do banco da baterias
 N_{FilBAT} : Número de fileiras da baterias
 N_{TBAT} : Número Total da baterias

3. BANCO DE BATERIAS

Valores Indicados

$$V_{BAT} = \underline{12} \text{ [V]}$$

$$C_{BAT} = \underline{150} \text{ [Ah]}$$

$$D_A = \underline{2 \text{ dias}}$$

$$P_D = \underline{0,4}$$

$$T_{OP} = \underline{40} \text{ [}^\circ\text{C]}$$

V_{BAT} : Tensão da bateria
 C_{BAT} : Capacidade da bateria
 D_A : Dias de autonomia
 P_D : Profundidade de descarga
 T_{OP} : Temperatura de operação

Valores Calculados

$$V_{BcoBAT} : V_{EntIno} = \underline{24} \text{ [V]}$$

$$N_{BATS} : \frac{V_{EntIno}}{V_{BAT}} = \underline{2}$$

$$C_{BcoBAT} : \frac{E_D D_A}{V_{BcoBAT} P_D} = \underline{777,1} \text{ [Ah]}$$

$$N_{FIBAT} : \frac{C_{BcoBAT}}{C_{BAT}} = \underline{5,14 \approx 5}$$

$$N_{TBAT} : N_{BATS} N_{FIBAT} = \underline{10}$$

V_{BcoBAT} : Tensão de banco da baterias
 N_{BATS} : Número da baterias em série
 C_{BcoBAT} : Capacidade do banco da baterias
 N_{FIBAT} : Número de fileiras da baterias
 N_{TBAT} : Número Total da baterias

Seleciona-se uma bateria

Freedom 165AH-DF2500

$N_{TBAT} = 10$

$T_{OP} = 40^\circ\text{C}$



Valores Calculados con Curvas

$$P_{DAPA} : \frac{P_D}{D_A} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$CV_{Bco} : \text{curva } P_D \times \text{ciclos} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ [ciclos]}$$

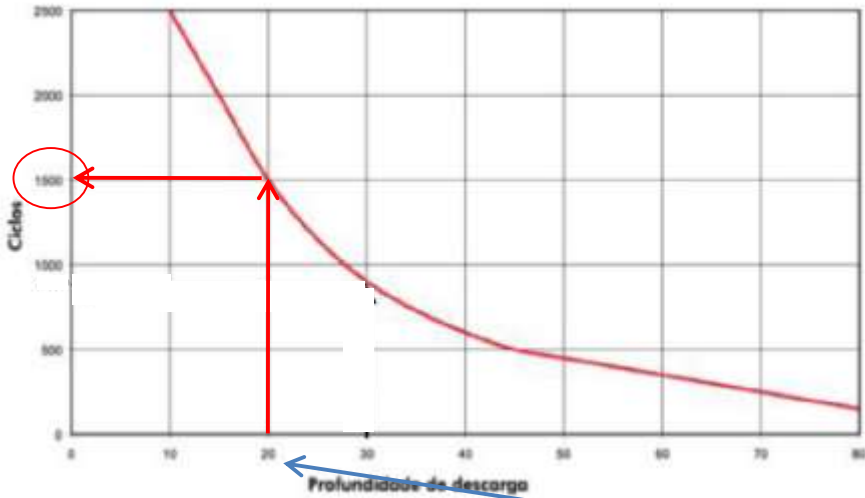
$$AV_{Bco} : \frac{CV_{Bco}}{365} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ [anos]}$$

$$PV_{Bco} : \text{Curva } Temp \times \text{Vida } Util = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$AV_{BcoT} : AV_{Bco} PV_{Bco} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ [anos]}$$

P_{DAPA} : Profundidade aparente do banco de baterias
 CV_{Bco} : Ciclo de vida do banco
 AV_{Bco} : Anos de vida do banco
 PV_{Bco} : Projeção de vida útil temp=Top
 AV_{BcoT} : Anos de vida de banco de baterias a temp=Top

Ciclo de Vida



Seleciona-se uma bateria

Freedom 165AH-DF2500

$N_{TBAT} = 10$

$TOP = 40^{\circ}C$

Valores Calculados con Curvas

$P_{DAPA} : \frac{P_D}{D_A}$	=	<u>0,2</u>
$CV_{Bco} : \text{curva } P_D \times \text{ciclos}$	=	<u>1500</u> [ciclos]
$AV_{Bco} : \frac{CV_{Bco}}{365}$	=	<u>4,1</u> [anos]
$PV_{Bco} : \text{Curva Temp} \times \text{Vida Util}$	=	<u>0,9</u>
$AV_{BcoT} : AV_{Bco} PV_{Bco}$	=	<u>3,7</u> [anos]

P_{DAPA} : Profundidade aparente do banco de baterias

CV_{Bco} : Ciclo de vida do banco

AV_{Bco} : Anos de vida do banco

PV_{Bco} : Projeção de vida útil temp=Top

AV_{BcoT} : Anos de vida de banco de baterias a temp=Top

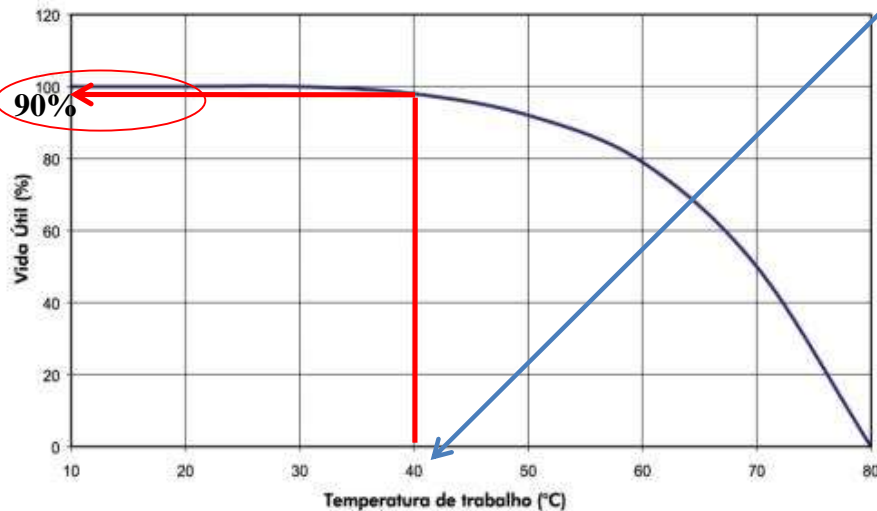
Seleciona-se uma bateria

Freedom 165AH-DF2500

$N_{TBAT} = 10$

$T_{OP} = 40^{\circ}\text{C}$

Projeção da vida útil em função da temperatura



Valores Calculados con Curvas

$$P_{DAPA} : \frac{P_D}{D_A} = \underline{0,2}$$
$$CV_{Bco} : \text{curva } P_D \times \text{ciclos} = \underline{1500} \text{ [ciclos]}$$
$$AV_{Bco} : \frac{CV_{Bco}}{365} = \underline{4,1} \text{ [anos]}$$
$$PV_{Bco} : \text{Curva Temp} \times \text{Vida Util} = \underline{0,9}$$
$$AV_{BcoT} : AV_{Bco} PV_{Bco} = \underline{3,7} \text{ [anos]}$$

P_{DAPA} : Profundidade aparente do banco de baterias

CV_{Bco} : Ciclo de vida do banco

AV_{Bco} : Anos de vida do banco

PV_{Bco} : Projeção de vida útil temp=Top

AV_{BcoT} : Anos de vida de banco de baterias a temp=Top

4. MÓDULO FOTOVOLTAICOS

Valores Indicados

$$I_{rs} = \underline{4,97} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ dia}} \right]$$

$$\eta = \underline{0,8}$$

$$P_{MOD} = \underline{150} \text{ [W]}$$

$$I_{sc} = \underline{8,61} \text{ [A]}$$

$$V_{oc} = \underline{22,9} \text{ [V]}$$

$$V_{MPP} = \underline{18,5} \text{ [V]}$$

I_{rs} : Irradiação solar diária no plano horizontal (GHI)

η : Eficiência do sistema fotovoltaico <0,8 - 0,9>

P_{MOD} : potência do módulo fotovoltaico d STC

I_{sc} : Corrente de curto circuito do módulo

V_{oc} : Tensão em circuito aberto do módulo

V_{MPP} : Tensão no ponto de máxima potência

Escolhe-se um Módulo da Marca Komaes (KM150).

Custo Base :R\$ 379 por módulo (EnergyShop)

		KM(P)150
Model Number		KM(P)150
Maximum Power as per STC	Pmax(W)	150
Power Tolerance	%	
Maximum Power Voltage	Vm(V)	18.28
Maximum Power Current	Im(A)	8.21
Open Circuit Voltage	Voc(V)	21.9
Short Circuit Current	Isc(A)	8.93
Maximum System Voltage	VDC	
Cell Efficiency	%	17.1
Module Efficiency	%	14.9
Cells per Module	Pcs	
Cell Type		
Cell Size	mm	
Bypass Diodes	Pcs	
Max. Series Fuse Rating	A	
Temperature coefficient of Isc	%/°C	
Temperature coefficient of Voc	%/°C	
Temperature coefficient of power	%/°C	
NOCT- Nominal operating cell temperature	°C	
Operating Temperature	°C	

4. MODULO FOTOVOLTAICOS

Valores Indicados

$$I_{rs} = \underline{4,97} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ dia}} \right]$$

$$\eta = \underline{0,8}$$

$$P_{MOD} = \underline{150} \text{ [W]}$$

$$I_{sc} = \underline{8,61} \text{ [A]}$$

$$V_{oc} = \underline{22,9} \text{ [V]}$$

$$V_{MPP} = \underline{18,5} \text{ [V]}$$

I_{rs} : Irradiação solar diária no plano horizontal (GHI)

η : Eficiência do sistema fotovoltaico <0,8 - 0,9>

P_{MOD} : potência do módulo fotovoltaico d STC

I_{sc} : Corrente de curto circuito do módulo

V_{oc} : Tensão em circuito aberto do módulo

V_{MPP} : Tensão no ponto de máxima potência

Valores Calculados

$$P_{FVC} : \frac{1000E_M I_{rs}}{30\eta} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ [W]}$$

$$N_{MOD} : \frac{P_{FVC}}{P_{MOD}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$P_{FVINS} : N_{MOD} P_{MOD} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ [W]}$$

$$N_{MODS} : N_{BATS} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$N_{FILMOD} : \frac{N_{MOD}}{N_{MODS}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$V_{FVMPP} : V_{MPP} \cdot N_{MODS} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ [V]}$$

$$V_{FVMAX} : V_{oc} \cdot N_{MODS} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ [V]}$$

$$I_{FVMAX} : I_{sc} \cdot N_{FILMOD} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ [A]}$$

P_{FVC} : Potência fotovoltaica do sistema corrigida com perdas

N_{MOD} : Número de módulos fotovoltaicos

P_{FVINS} : Potência fotovoltaica instalada

N_{MODS} : Número de módulos fotovoltaicos em série

N_{FILMOD} : Número de fileiras de módulos em paralelo

V_{FVMPP} : Tensão do sistema no ponto de máxima potência

V_{FVMAX} : Tensão máxima do sistema

I_{FVMAX} : Corrente máxima do sistema

EM = 111,9 kWh/mês

4. MODULO FOTOVOLTAICOS

Valores Indicados

$$I_{rs} = \underline{4,97} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ dia}} \right]$$

$$\eta = \underline{0,8}$$

$$P_{MOD} = \underline{150} \text{ [W]}$$

$$I_{sc} = \underline{8,61} \text{ [A]}$$

$$V_{oc} = \underline{22,9} \text{ [V]}$$

$$V_{MPP} = \underline{18,5} \text{ [V]}$$

I_{rs} : Irradiação solar diária no plano horizontal (GHI)

η : Eficiência do sistema fotovoltaico <0,8 - 0,9>

P_{MOD} : potência do módulo fotovoltaico d STC

I_{sc} : Corrente de curto circuito do módulo

V_{oc} : Tensão em circuito aberto do módulo

V_{MPP} : Tensão no ponto de máxima potência

Valores Calculados

$$P_{FVC} : \frac{1000E_M I_{rs}}{30\eta} = \underline{938} \text{ [W]}$$

$$N_{MOD} : \frac{P_{FVC}}{P_{MOD}} = \underline{6,25 \approx 6}$$

$$P_{FVINS} : N_{MOD} P_{MOD} = \underline{900} \text{ [W]}$$

$$N_{MODS} : N_{BATS} = \underline{2}$$

$$N_{FILMOD} : \frac{N_{MOD}}{N_{MODS}} = \underline{3}$$

$$V_{FVMPP} : V_{MPP} \cdot N_{MODS} = \underline{37} \text{ [V]}$$

$$V_{FVMAX} : V_{oc} \cdot N_{MODS} = \underline{45,8} \text{ [V]}$$

$$I_{FVMAX} : I_{sc} \cdot N_{FILMOD} = \underline{25,83} \text{ [A]}$$

P_{FVC} : Potência fotovoltaica do sistema corrigida com perdas

N_{MOD} : Número de módulos fotovoltaicos

P_{FVINS} : Potência fotovoltaica instalada

N_{MODS} : Número de módulos fotovoltaicos em série

N_{FILMOD} : Número de fileiras de módulos em paralelo

V_{FVMPP} : Tensão do sistema no ponto de máxima potência

V_{FVMAX} : Tensão máxima do sistema

I_{FVMAX} : Corrente máxima do sistema

EM = 111,9 kWh/mês

5. CONTROLADOR DE CARGA

Valores Calculados

$$P_{FVC} : \frac{1000E_M I_{rs}}{30\eta} = \underline{938} \text{ [W]}$$

$$N_{MOD} : \frac{P_{FVC}}{P_{MOD}} = \underline{6,25 \approx 6}$$

$$P_{FVINS} : N_{MOD} P_{MOD} = \underline{900} \text{ [W]}$$

$$N_{MODS} : N_{BATS} = \underline{2}$$

$$N_{FILMOD} : \frac{N_{MOD}}{N_{MODS}} = \underline{3}$$

$$V_{FVMPP} : V_{MPP} \cdot N_{MODS} = \underline{37} \text{ [V]}$$

$$V_{FVMAX} : V_{oc} \cdot N_{MODS} = \underline{45,8} \text{ [V]}$$

$$I_{FVMAX} : I_{sc} \cdot N_{FILMOD} = \underline{25,83} \text{ [A]}$$

P_{FVC} : Potência fotovoltaica do sistema corrigida com perdas

N_{MOD} : Número de módulos fotovoltaicos

P_{FVINS} : Potência fotovoltaica instalada

N_{MODS} : Número de módulos fotovoltaicos em série

N_{FILMOD} : Número de fileiras de módulos em paralelo

V_{FVMPP} : Tensão do sistema no ponto de máxima potência

V_{FVMAX} : Tensão máxima do sistema

I_{FVMAX} : Corrente máxima do sistema

Valores Indicados

$$F_S = \underline{1,25}$$

F_S : Fator de segurança <1,2 - 1,3>

Valores Calculados

$$V_{Cont} : V_{BcoBAT} = \underline{24} \text{ [V]}$$

$$I_{Cont} : I_{FVMAX} * F_S = \underline{32,3A} \text{ [A]}$$

$$V_{ContMax} : V_{FVMAX} = \underline{45,8} \text{ [V]}$$

F_S : Fator de segurança <1,2 - 1,3>

V_{Cont} : Tensão do controlador de carga

I_{Cont} : Corrente do controlador de carga

$V_{ContMax}$: Tensão máxima no controlador

Escolhe-se um controlador de carga:



Controlador
de Carga
MPPT 40A
12/24V -
Epever Triron
4210N

R\$769,00

Modelo: Epever Triron 4210N

Corrente de carga (I_{cont}) = 40A

Tensão nominal (I_{cont}) = 24V

Custo Base : R\$ 769,00 (loja Neosolar)

Refazer o dimensionamento considerando que a casa tem duas geladeira:

Equip.	Qde	Pot. (W)	Sub. tot (W)	Uso (dias)	Horas (h)	Cons. (kWh/mês)
Lâmpadas Led	5	12	60	30	5	9,0
Geladeira (57 lit)	2	180	360	30	10	108
TV Led(32")	2	95	190	30	5	28,5
Maq.lav. Roupa	1	500	500	12	1	6,0
NoteBook	2	30	60	30	8	14,4
Potencia Total				E_M		