



Partes de um sistema Fotovoltaico Isolado Autônomo ou OffGrid

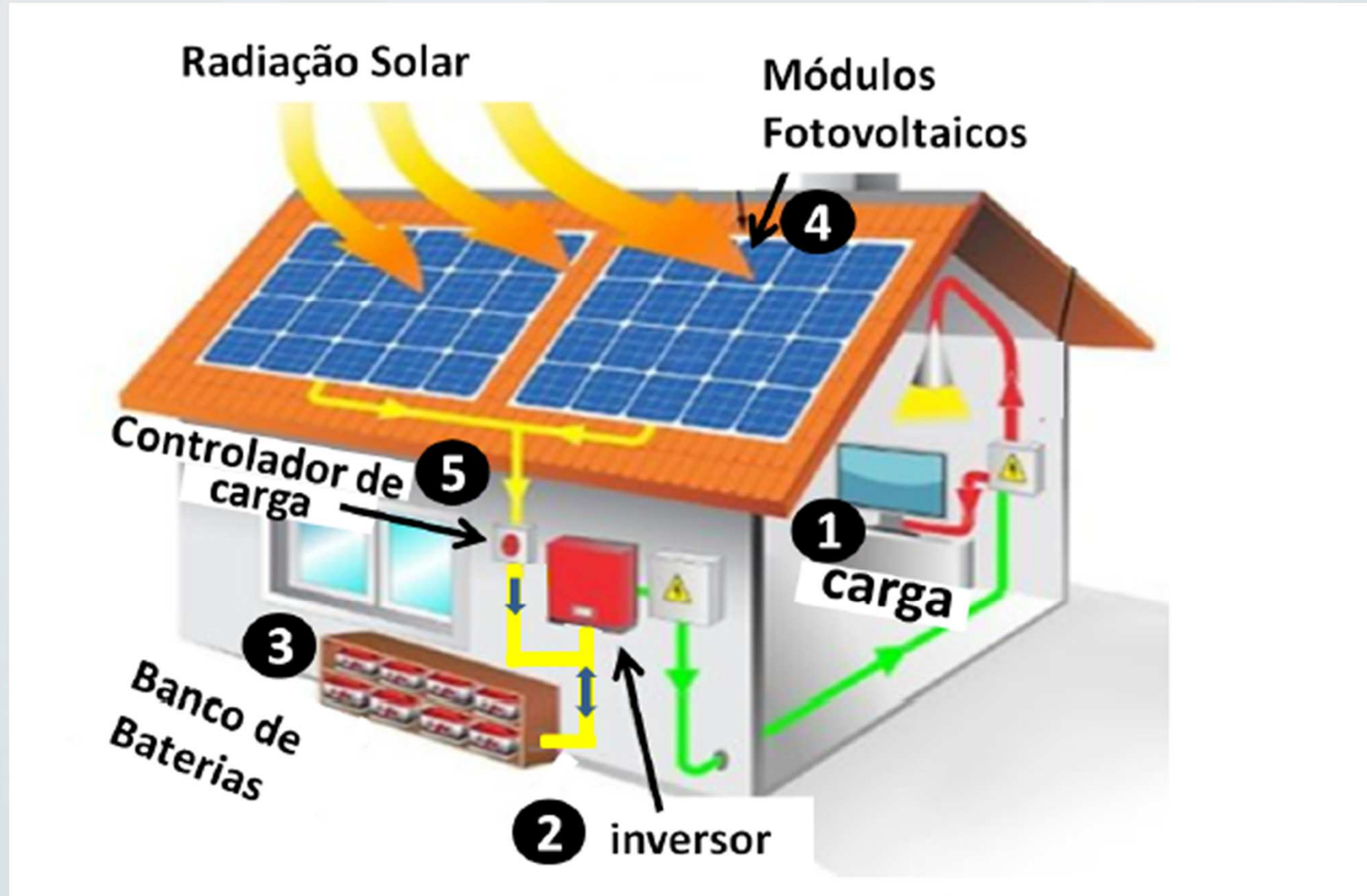
www.sel.eesc.usp.br/cursosolar/

Prof. Dr. Elmer Pablo Tito Cari

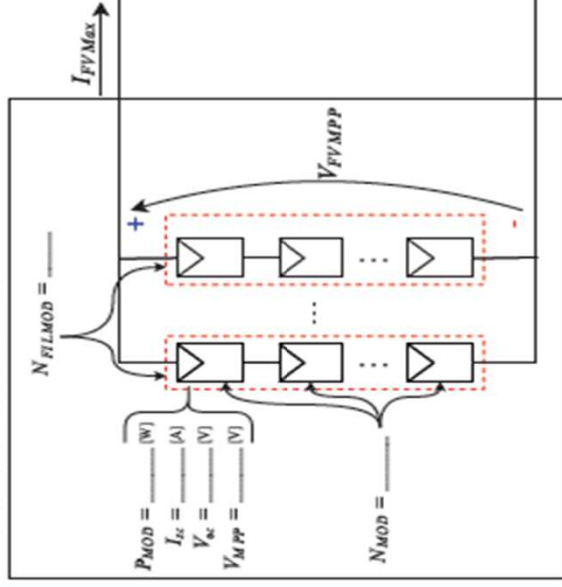
Aplicações de sistemas fotovoltaicos offgrid



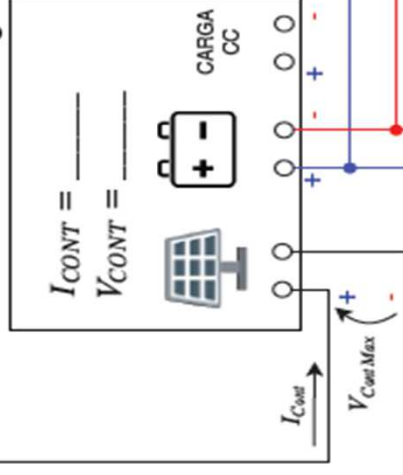
Partes de um sistema fotovoltaico isolado



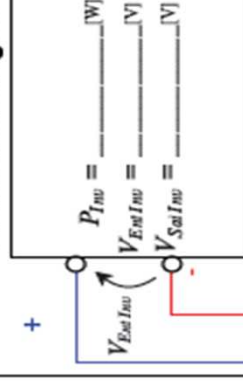
4. Modulo Fotovoltaico



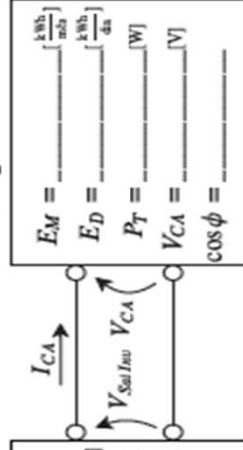
5. Controlador de Carga



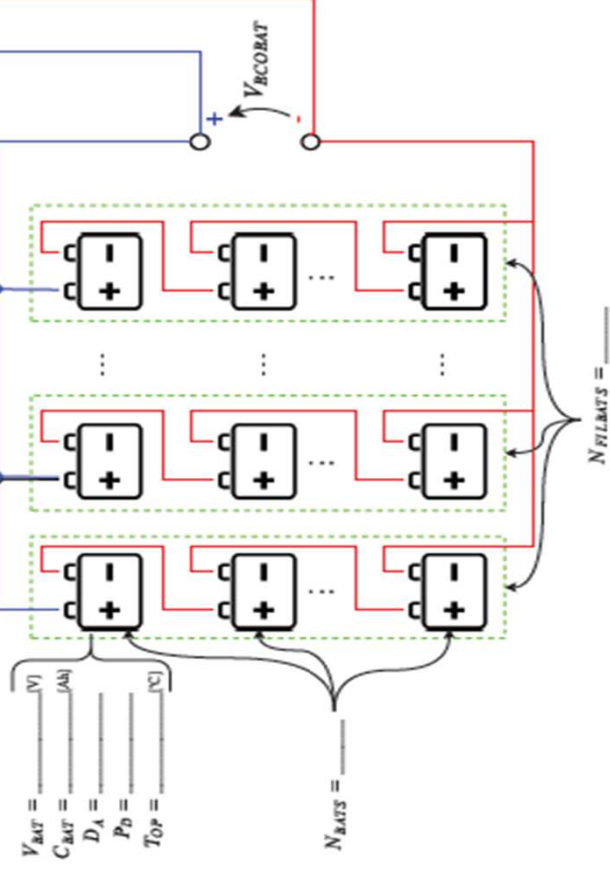
2. Inversor Offgrid



1. Carga



3. Banco de Baterias



1) Carga (potência): Composta por todos os equipamentos da casa



A partir da carga se determina a energia diária para o projeto (E_D)

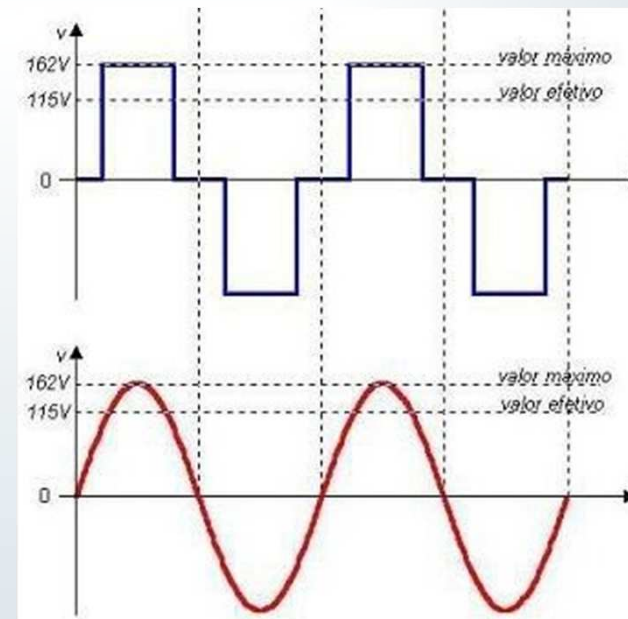
2) Inversores Fotovoltaicos isolados ou Offgrid



- São específicos para sistemas offgrid
- Não são tão eficientes quanto os inversores ongrid

Inversor Off-grid Senoidal pura x modificada

- Inversor onda modificada: Baixo custo, seletivo com cargas.
- Inversor Senoidal pura: Custo elevado, sem restrições de cargas;



3) Módulos para sistemas fotovoltaicos Isolados ou Offgrid

Módulos Off-grid Vs On-grid

Sistema Off-Grid	Sistema On-Grid
Número de células ≤ 36	Número de células 60, 72
Baixa potência	Maior potência
Dimensões Menores	Dimensões Maiores

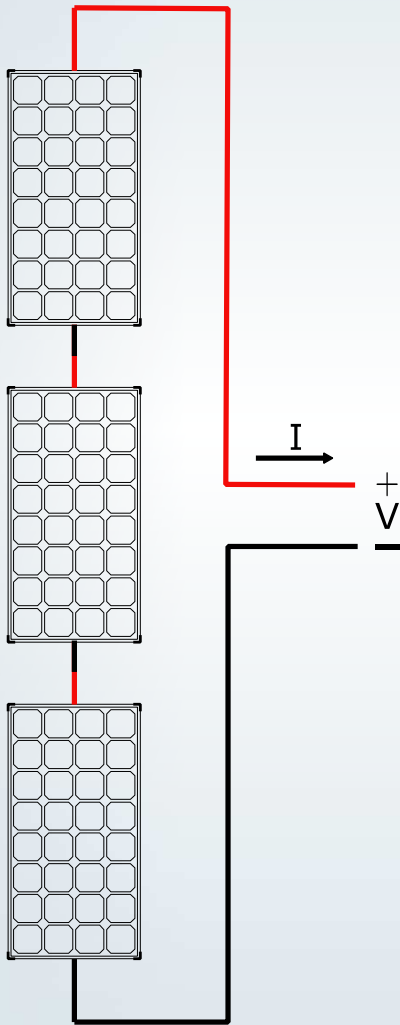


Principais Características do módulo fotovoltaico

Especificações Eléctricas @ STC*

MODELO	UP-M150P (6x6)	UP-M150P (9x4)	UP-M155P (6x6)	UP-M155P (9x4)
Potência Nominal P _m (Wp)	150	150	155	155
Tensão MPP V _m (V)	18.06	18.06	18.06	18.06
Corrente MPP I _m (A)	8.31	8.31	8.49	8.49
Tensão em Circuito Aberto V _{oc} (V)	22.9	22.9	23.2	23.2
Corrente de Curto Circuito I _{sc} (A)	8.67	8.67	8.77	8.77
Eficiência	15.34%	15.34%	15.85%	15.85%
Tensão Máxima do Sistema (V)	1000V	1000V	1000V	1000V
Tolerância	0/+3%	0/+3%	0/+3%	0/+3%
Corrente Máxima do Fusível (A)	15A	15A	15A	15A

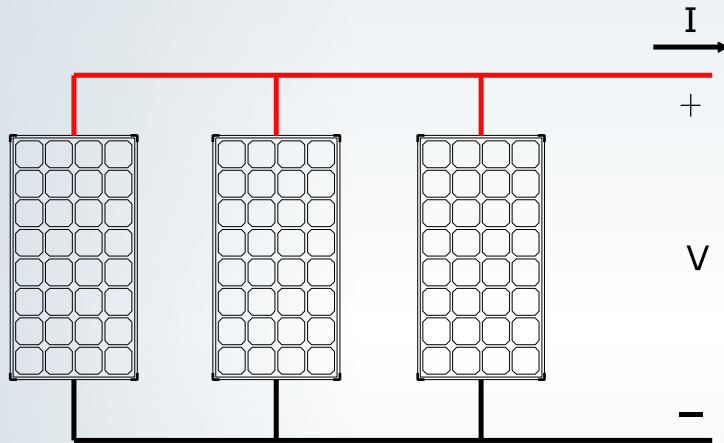
Ligação Serie



Ligação Serie:

- Tensões dos módulos é somada, e a corrente permanece a mesma;

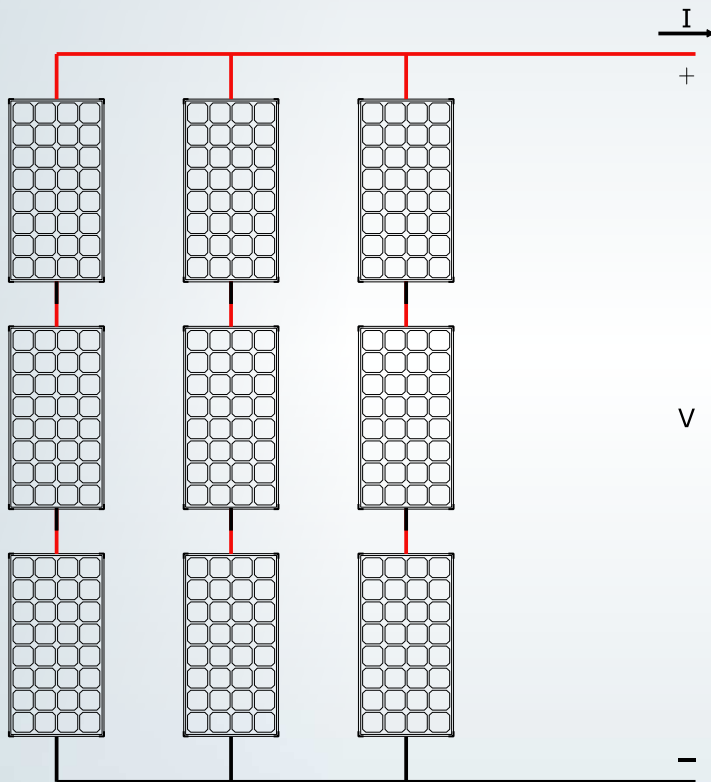
Ligação Paralela



Ligação paralela:

- Tensões dos módulos e a mesma, enquanto que a corrente é somada;

Ligação X Mista



Ligação Mista:

- Tensões dos módulos é somada, bem como a corrente também é somada;

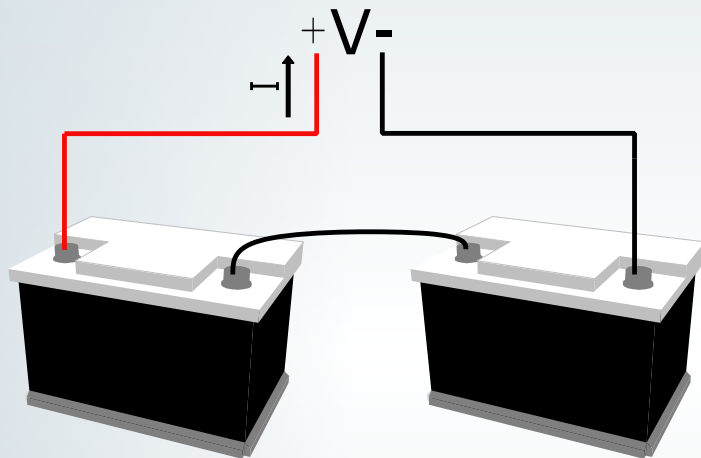
Baterias para Sistemas Fotovoltaicos



- Baterias Estacionárias;

Não é adequado para correntes grandes instantâneas
Suportam varias cargas e descargas
Podem trabalhar sem movimento

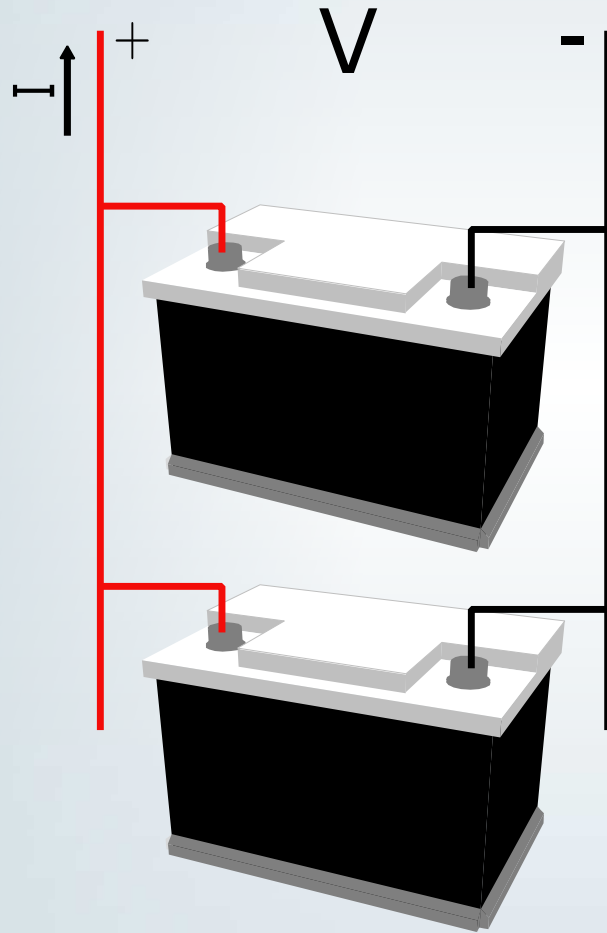
Serie



Ligação Serie:

- A Tensão das Baterias é somada, e a corrente permanece a mesma;

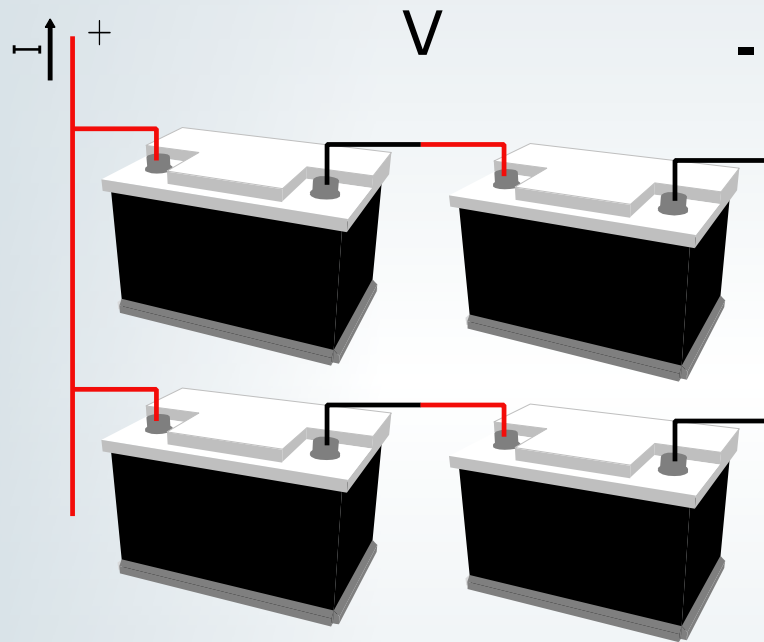
Paralelo



Ligação paralela:

- A Tensão das Baterias é a mesma, enquanto que a corrente é somada;

Mista



Ligação Mista:

- A Tensão das Baterias é somada, bem como a corrente também é somada;

Capacidade de uma Bateria (C_{BAT})

É (equivalente) a Energia que pode fornecer a bateria em Ah em um período

Nos catálogos vem pelo símbolo C_{100} , C_{20} , C_{10}

Em sistemas fotovoltaicos usa-se C_{20}

Capacidade de uma Bateria (C_{BAT})

Exemplo: Qual é a capacidade em Ah da bateria modelo DF2500 a C20?

Capacidade em ampère-hora (Ah) a 25°C em diferentes regimes de descarga (tensão final 10,5 V)

MODELO	C100	C20	C10	HORAS													MINUTOS		
				10 h	9 h	8 h	7 h	6 h	5 h	4,5 h	4 h	3,5 h	3 h	2,5 h	2 h	1,5 h	1 h	45'	30'
Bateria	100 h	20 h	10 h	9 h	8 h	7 h	6 h	5 h	4,5 h	4 h	3,5 h	3 h	2,5 h	2 h	1,5 h	1 h	45'	30'	15'
DF300	30	26	24	23,8	23,5	23,1	22,8	22	21,9	21,6	21	21	20,5	20	19,2	18	15,8	12,5	10
DF500	40	36	30	29,9	29,8	29,7	29,4	28,8	27,7	27	26,6	25,8	24,8	24	22,5	20	19	16,5	13
DF700	50	45	41	40,5	40	39,5	39,2	37,5	37,1	36,8	35	34,5	34	32,5	31,5	27	24	21,5	16,3
DF1000	70	60	54	51,8	51,6	51,1	49,2	49	47,3	46	43,8	43,5	42,5	38	37,8	35	31,9	27,5	21
DF1500	93	80	76	73,8	72	70	69	66	65,3	64	63,7	63	62,5	59	57	54	51,8	45	32,5
DF2000	115	105	94	92	91,8	91	87	85	82,8	81,2	79,1	75	73,8	69	66	60	56,3	48	37,5
DF2500	165	150	130	129,8	129,6	126	120	115	112,5	112	108,5	102	100	94	87	81	74,3	65	50
DF3000	185	170	156	153	152	150	148,2	140	135	132	126	123	120	114	108	95	84	76	57,8
DF4001	240	220	200	193,5	192	185,5	180	175	171	166	161	156	150	144	135	120	108,8	95,5	72

Capacidade de uma Bateria (C_{BAT})

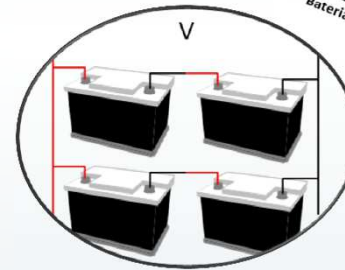
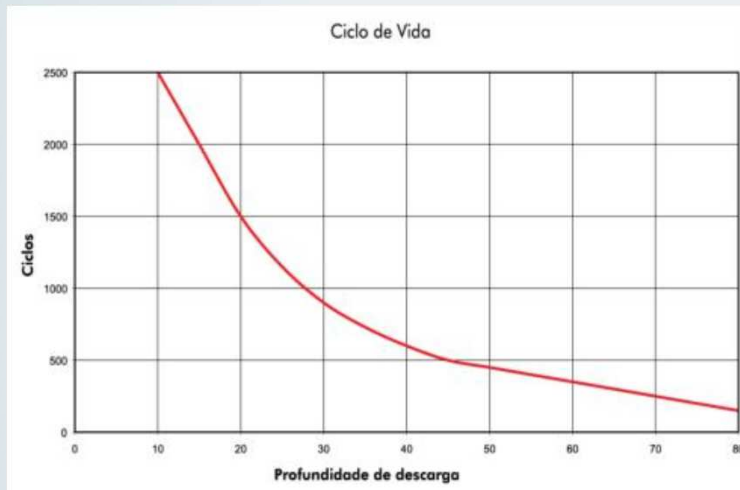
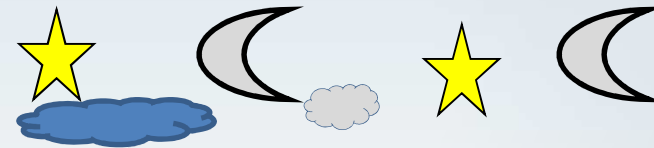
Exemplo: Qual é a capacidade em Ah da bateria modelo DF2500 a C_{20} ?

Capacidade em ampère-hora (Ah) a 25°C em diferentes regimes de descarga (tensão final 10,5 V)

MODELO	C100	C20	C10	HORAS													MINUTOS		
				10 h	9 h	8 h	7 h	6 h	5 h	4,5 h	4 h	3,5 h	3 h	2,5 h	2 h	1,5 h	1 h	45'	30'
Bateria	100 h	20 h	10 h	9 h	8 h	7 h	6 h	5 h	4,5 h	4 h	3,5 h	3 h	2,5 h	2 h	1,5 h	1 h	45'	30'	15'
DF300	30	26	24	23,8	23,5	23,1	22,8	22	21,9	21,6	21	21	20,5	20	19,2	18	15,8	12,5	10
DF500	40	36	30	29,9	29,8	29,7	29,4	28,8	27,7	27	26,6	25,8	24,8	24	22,5	20	19	16,5	13
DF700	50	45	41	40,5	40	39,5	39,2	37,5	37,1	36,8	35	34,5	34	32,5	31,5	27	24	21,5	16,3
DF1000	70	60	54	51,8	51,6	51,1	49,2	49	47,3	46	43,8	43,5	42,5	38	37,8	35	31,9	27,5	21
DF1500	93	80	76	73,8	72	70	69	66	65,3	64	63,7	63	62,5	59	57	54	51,8	45	32,5
DF2000	115	105	94	92	91,8	91	87	85	82,8	81,2	79,1	75	73,8	69	66	60	56,3	48	37,5
DF2500	165	150	130	129,8	129,6	126	120	115	112,5	112	108,5	102	100	94	87	81	74,3	65	50
DF3000	185	170	156	153	152	150	148,2	140	135	132	126	123	120	114	108	95	84	76	57,8
DF4001	240	220	200	193,5	192	185,5	180	175	171	166	161	156	150	144	135	120	108,8	95,5	72

Resp: $C_{BAT} = 150Ah$ em C_{20}

Profundidade de descarga (PD) e dias de autonomia (Da)



Se a bateria descarregar mais, diminui a vida útil.

Quanto mais dias de autonomia, mais baterias.

Exemplo1. Considerando ciclos de 1 dia, baterias Freedom modelo DF2500, com profundidade de descarga 30%, quantos anos durará um banco de baterias ?

Resposta: Para $P_D = 0,3$, da Figura obtem-se 900 ciclos.



$$CV_{BCO} = 900 \text{ dias}$$

$$AV_{BCO} = 900/365$$

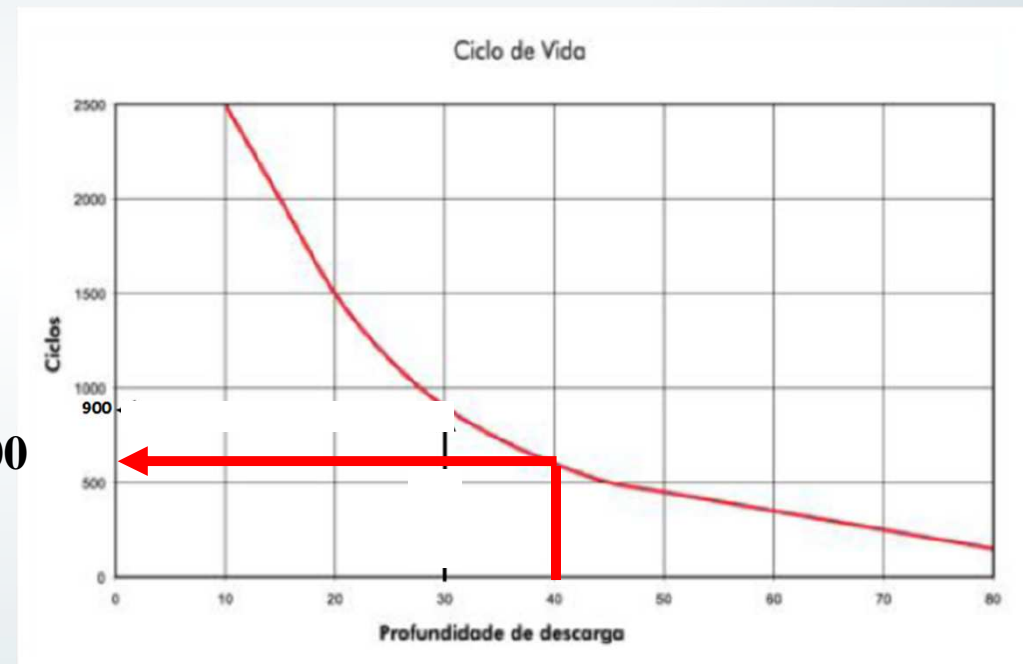
$$\rightarrow AV_{BCO} = 2,5 \text{ anos}$$

Refazer: Para $P_D = 0,4$ e $D_a = 2$ dias?

Resposta: $AV_{BCO} = 3,3$ anos

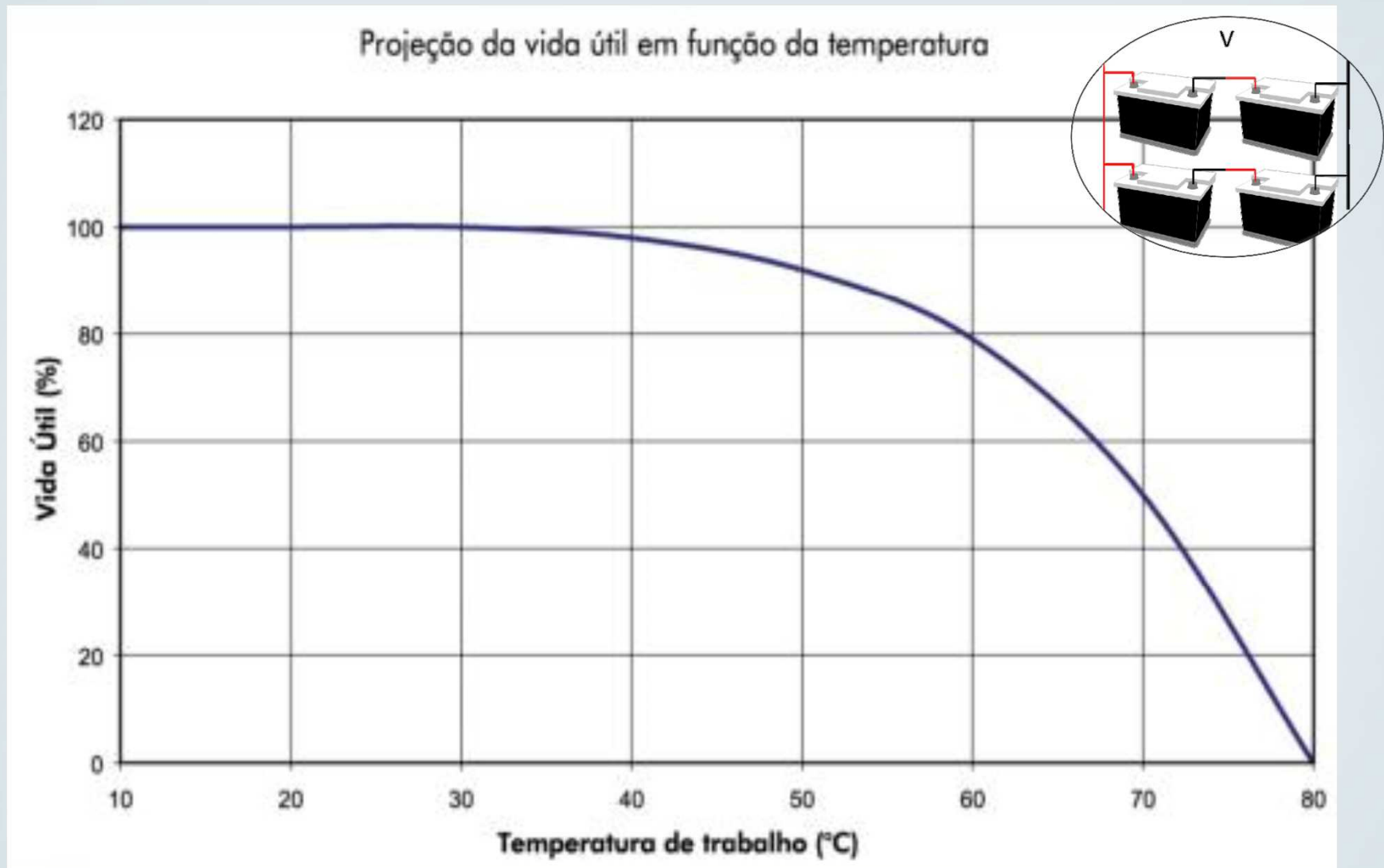
**Da curva para $P_D = 0,4$,
encontra-se 600 ciclos
(aprox).**

600

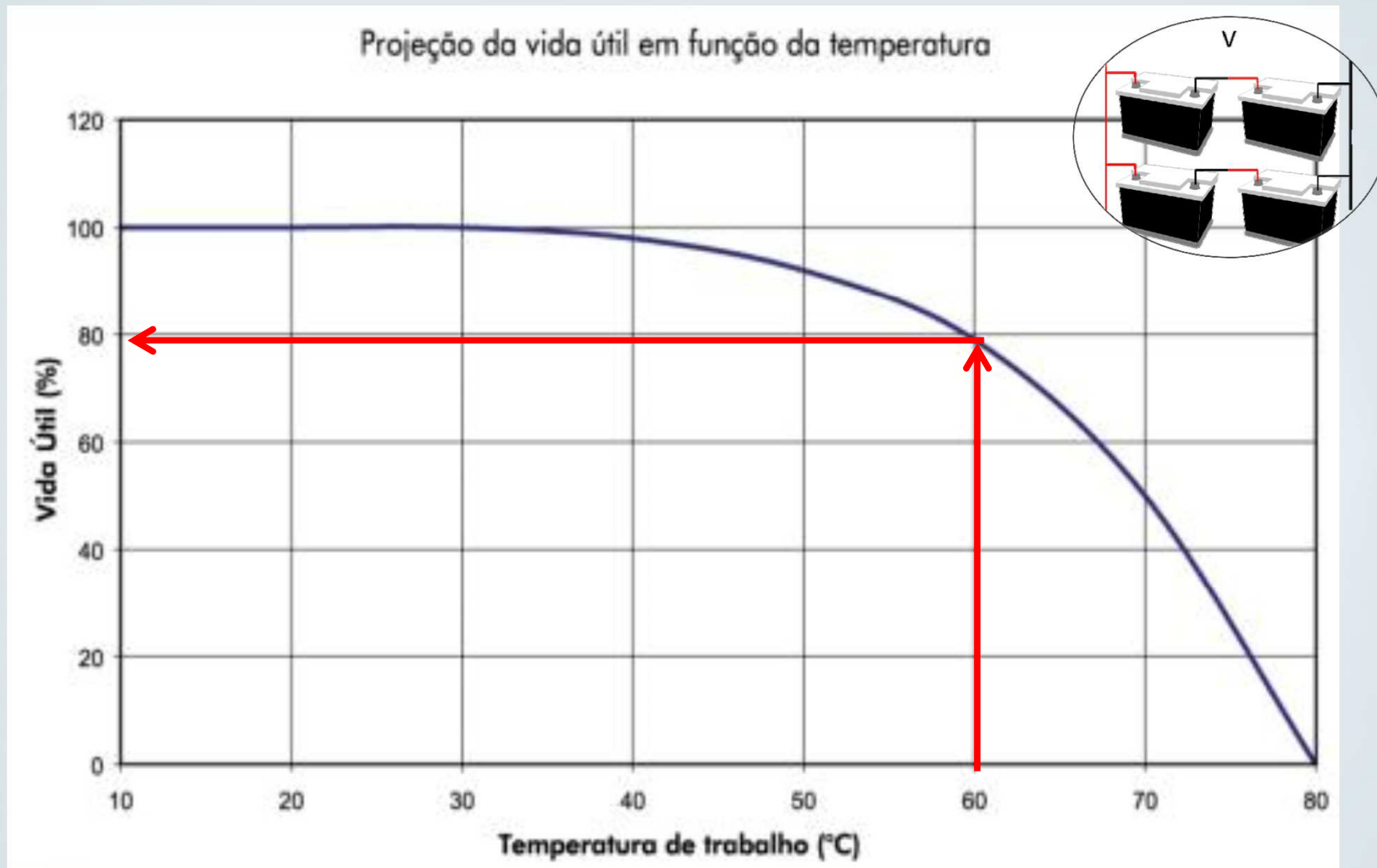


Como cada ciclo é 2 dias, então ficará $2 \text{ dias} \times 600 \text{ ciclos} = 1200 \text{ dias}$

Portanto o número de anos é: $1200/365 \approx 3,3$ anos



Qual é Projeção da vida útil para 60°C?



Resposta: PVU_{BCO} = 80%

Quantos são os anos de vida do banco de baterias no final?

Anos de vida total devido
a profundidade de
descarga

Projeção da vida devido a
temperatura.

$$AV_{BCOT} = AV_{BCO} \times PVU_{BCO}$$

Anos de vida total

Exemplo2: Considerando ciclos de 1 dia, com profundidade de descarga 30%, quantos anos durará um banco de baterias se trabalhar em 60 graus

$$A_{VBCOT} = A_{VBCO} \times PVU_{BCO}$$

$$A_{VBCOT} = 3,3 \text{ anos} \times 0,8$$

$$A_{VBCOT} = 2,64 \text{ anos}$$

Controlador de Carga



Função

Proteger a bateria contra descarga excessiva pelo consumo

Proteger a bateria contra sobrecarga excessiva dos módulos

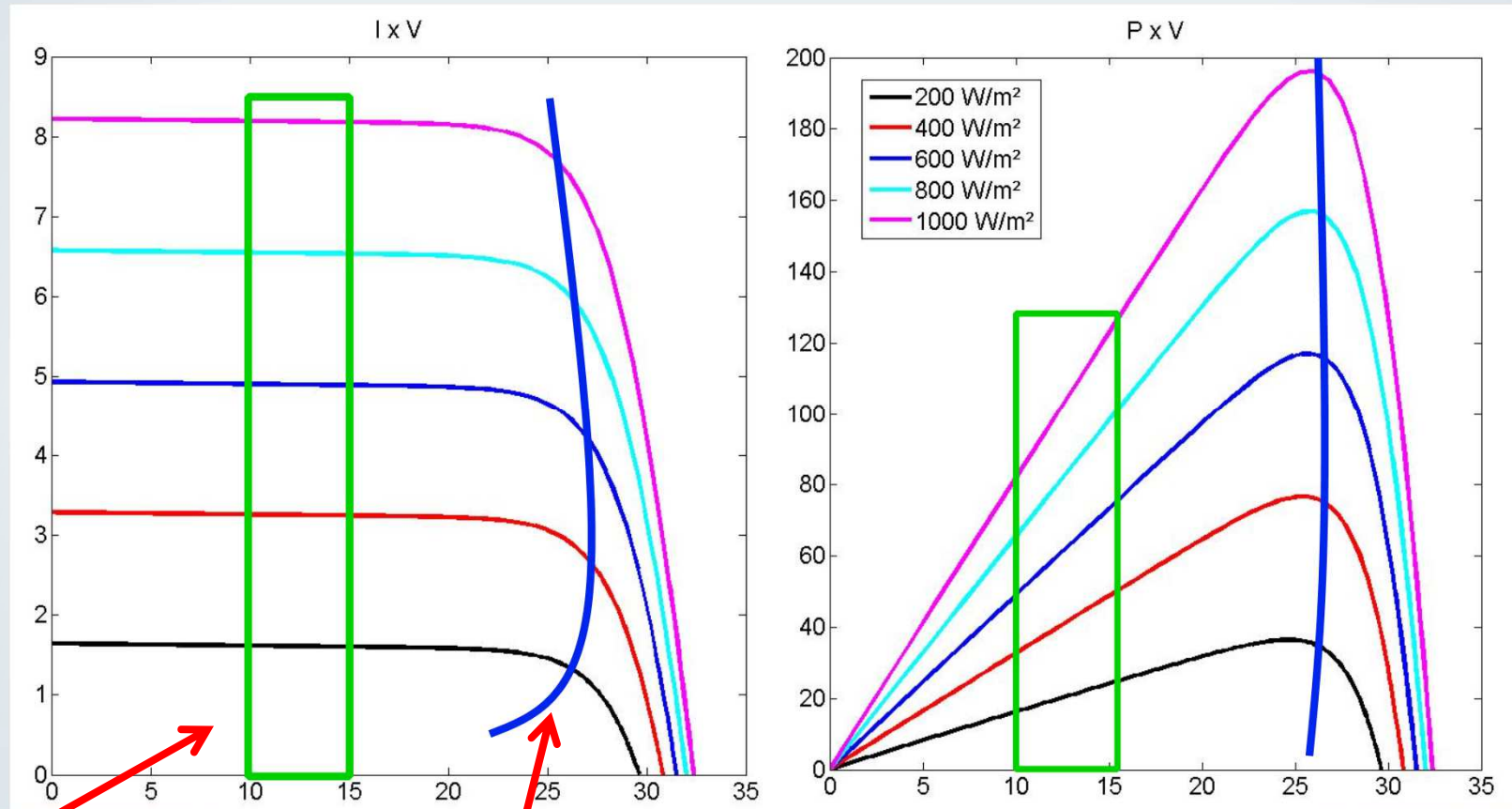
Controlador de Carga MPPT



Controlador de Carga PWM



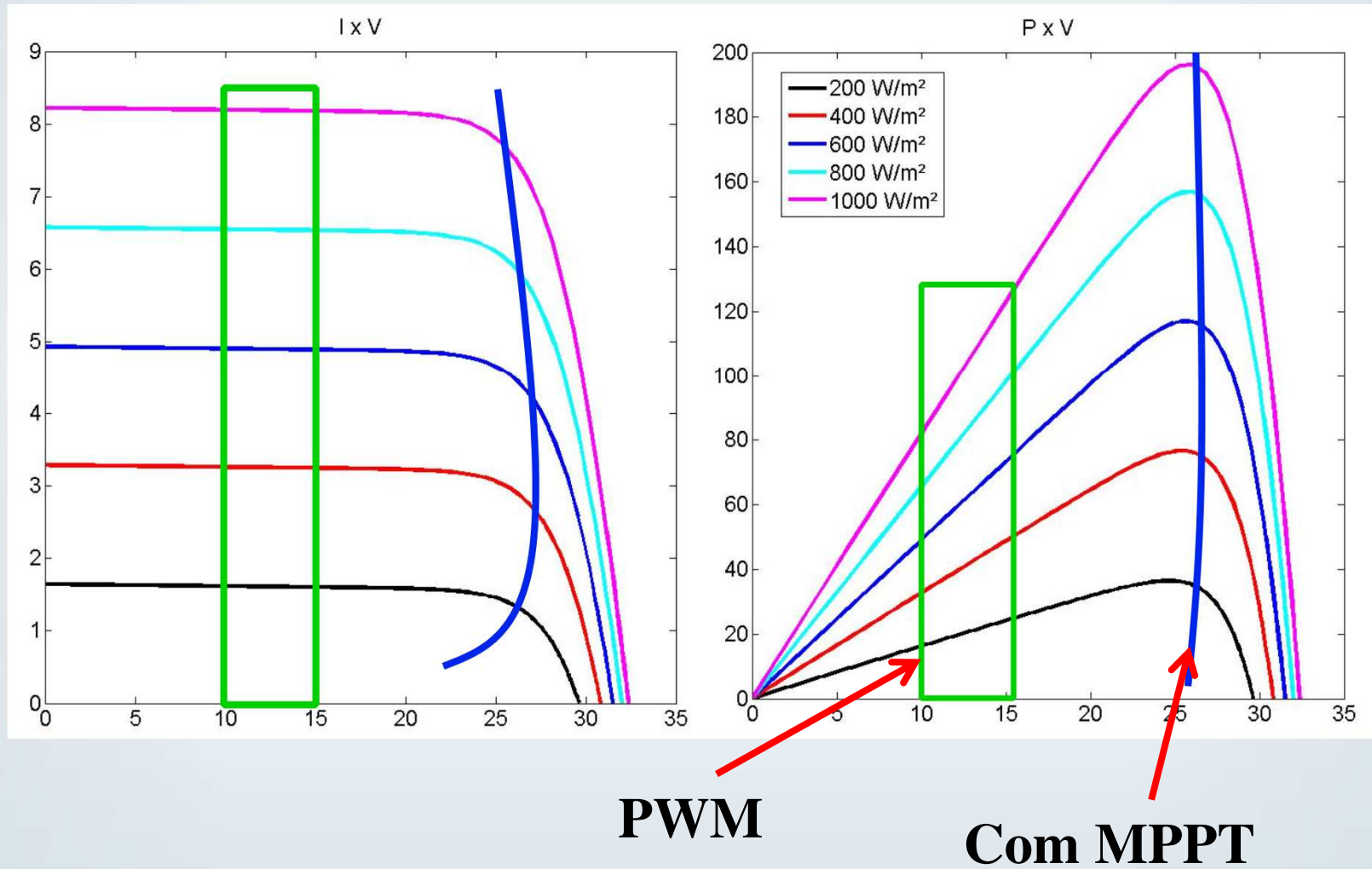
Controlador de Carga MPPT X PWM



PWM

Com MPPT

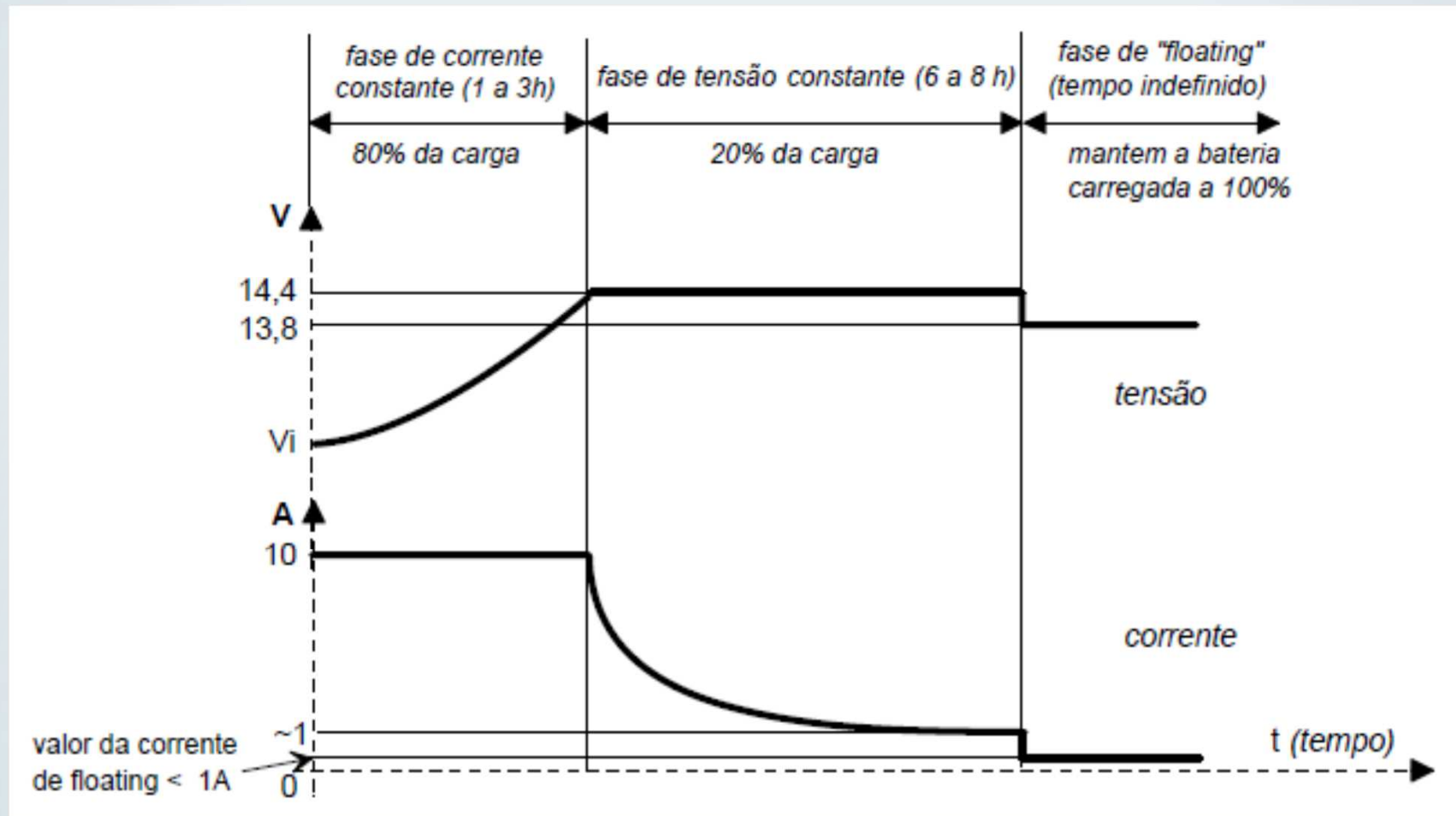
Controlador de Carga MPPT X PWM



Principais características de um controlador de carga

Item	XTRA 1206N	XTRA 2206N	XTRA 1210N	XTRA 2210N	XTRA 3210N	XTRA 4210N
System nominal voltage	12/24VDC ^① Auto					
Rated charge current	10A	20A	10A	20A	30A	40A
Rated discharge current	10A	20A	10A	20A	30A	40A
Battery voltage range	8~32V					
Max. PV open circuit voltage	60V ^② 46V ^③		100V ^② 92V ^③			
MPP voltage range	(Battery voltage +2V)~36V		(Battery voltage +2V)~72V			
Max. PV input power	130W/12V 260W/24V	260W/12V 520W/24V	130W/12V 260W/24V	260W/12V 520W/24V	390W/12V 780W/24V	520W/12V 1040W/24V
Self-consumption	≤12mA					
Discharge circuit voltage drop	≤0.23V					
Temperature compensate coefficient ^④	-3mV/°C/2V (Default)					
Grounding	Common negative					
RS485 interface	5VDC/100mA					
USB interface	60S (Default)					

Estágios de Carga de uma bateria



Stringbox CC

- Fusíveis



- DPS CC;



- Chave Seccionadora\Disjuntor CC;



Quadro CA

- DPS CA;



- Disjuntor CA

