

Grandezas Eléctricas

BOLD
energy

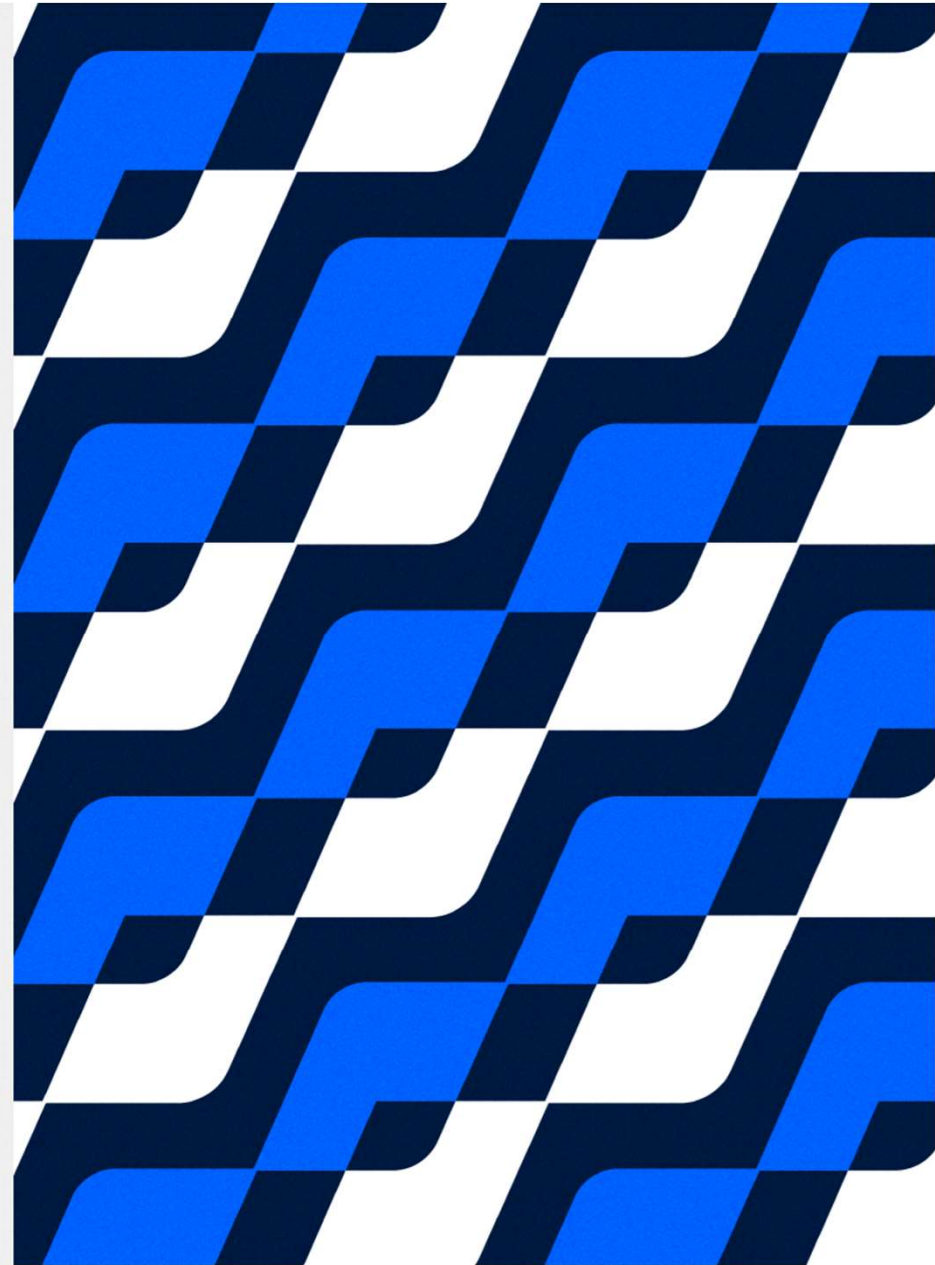


- **Sistemas FV e seus componentes**
- **Grandezas Elétricas**
- **Dimensionamento Do Gerador Fotovoltaico**
- **Definições, Boas práticas e Comissionamento de sistemas Fotovoltaicos**



ALGUMAS GRANDEZAS IMPORTANTES NO SISTEMA

- Tensão
- Corrente
- Potência
- Resistência
- Energia
- Watt
- Quilowatt
- Quilowatt / hora
- Quilowatt / pico
- Megawatt



Tensão elétrica

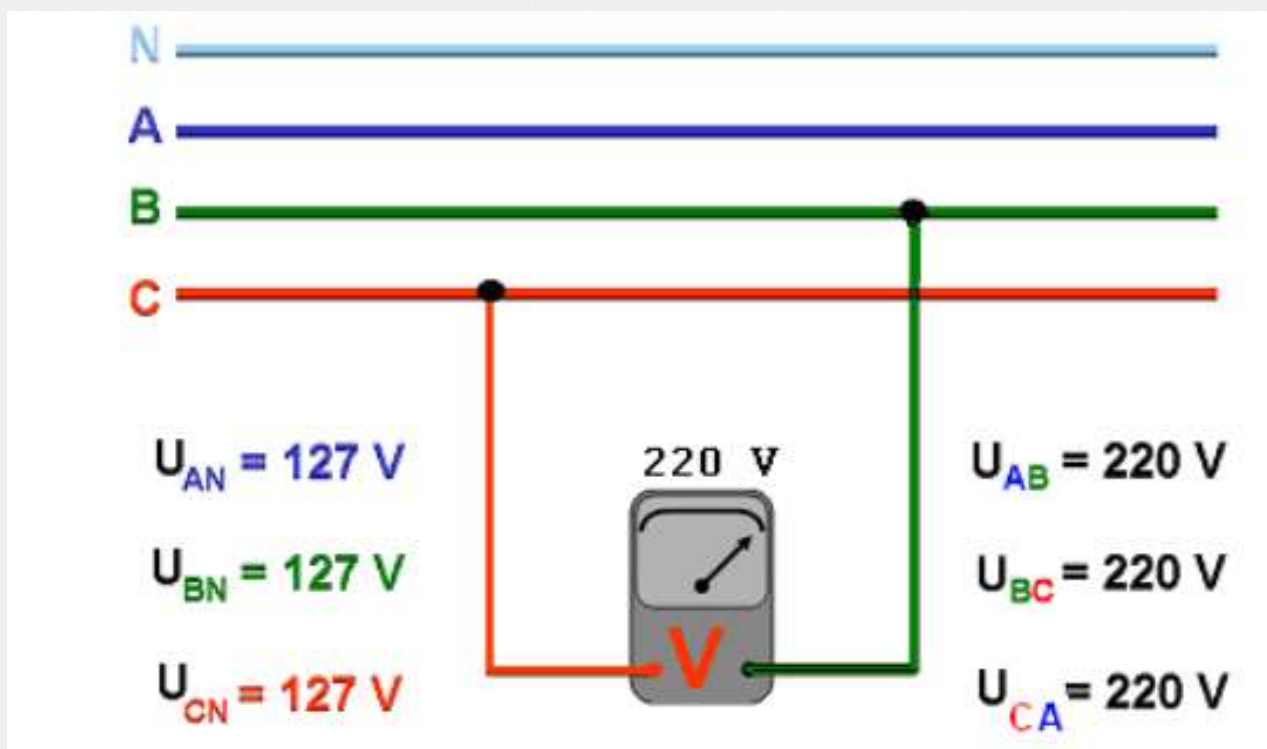
- Tensão elétrica não é voltagem
- Unidade de medida: Volts (V ou U)
- É a força que empurra os elétrons em um condutor
- Tensão em fase e neutro para circuitos CA
- Tensão em positivo e negativo para circuitos CC
- Tensão de linha: entre duas fases
- Tensão de fase: entre fase e neutro

Tensão elétrica

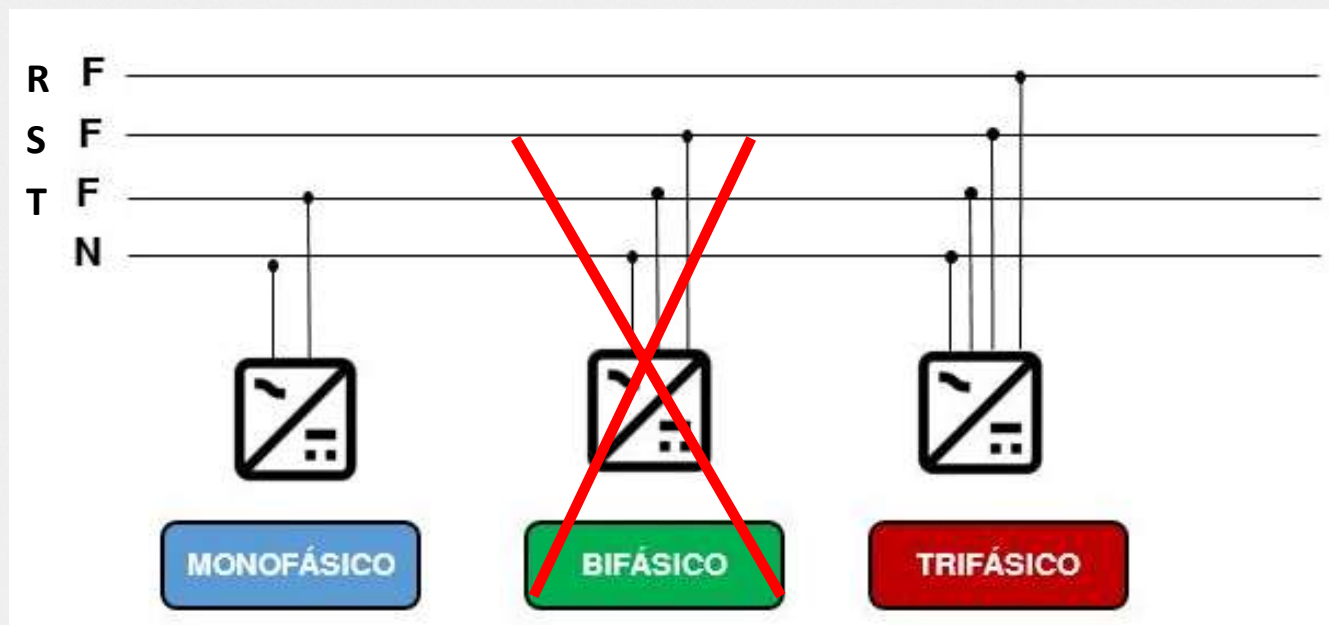
Configuração da rede elétrica no Brasil:

- 127V/220V – 127V entre fase e neutro e 220V entre fase e fase
- 220V/380V – 220V entre fase e neutro e 380V entre fase e fase

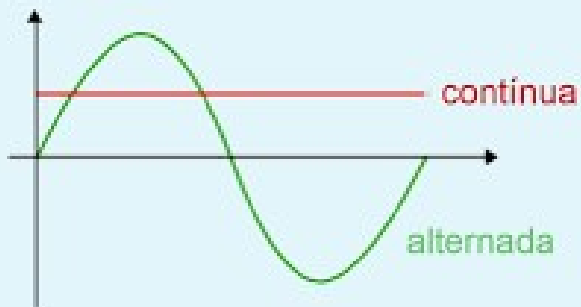
Tensão de linha e de fase



Conexão dos inversores em diferentes configurações de redes



Tensão Alternada e Tensão Contínua



- A tensão que causa a corrente alternada é conhecida como tensão alternada. A tensão CC produz a corrente contínua.
- O gerador gera a tensão CA e a tensão CC é obtida da célula ou da bateria.
- O inversor converte a corrente contínua na corrente alternada.
- A tensão CA tem fase e neutro, enquanto a tensão CC tem positivo(+) e negativo (-).
- Em AC, a perda de potência é menor durante a transmissão em comparação com DC.
- DC é muito perigoso em comparação com AC. Em AC, o fluxo da magnitude da corrente é alto e baixo no intervalo de tempo normal, enquanto que, em DC, a magnitude também será a mesma. Uma vez que o corpo humano recebe o choque, o AC entrará e sairá do corpo humano em um intervalo de tempo normal, enquanto o DC continuamente perturbará o corpo humano.

Corrente elétrica

- Corrente elétrica não é amperagem
- Unidade de medida: Ampère (A)
- É o movimento ordenado dos elétrons, que gera uma corrente de elétrons (elétrica)
- É a resultante da divisão entre potência e tensão

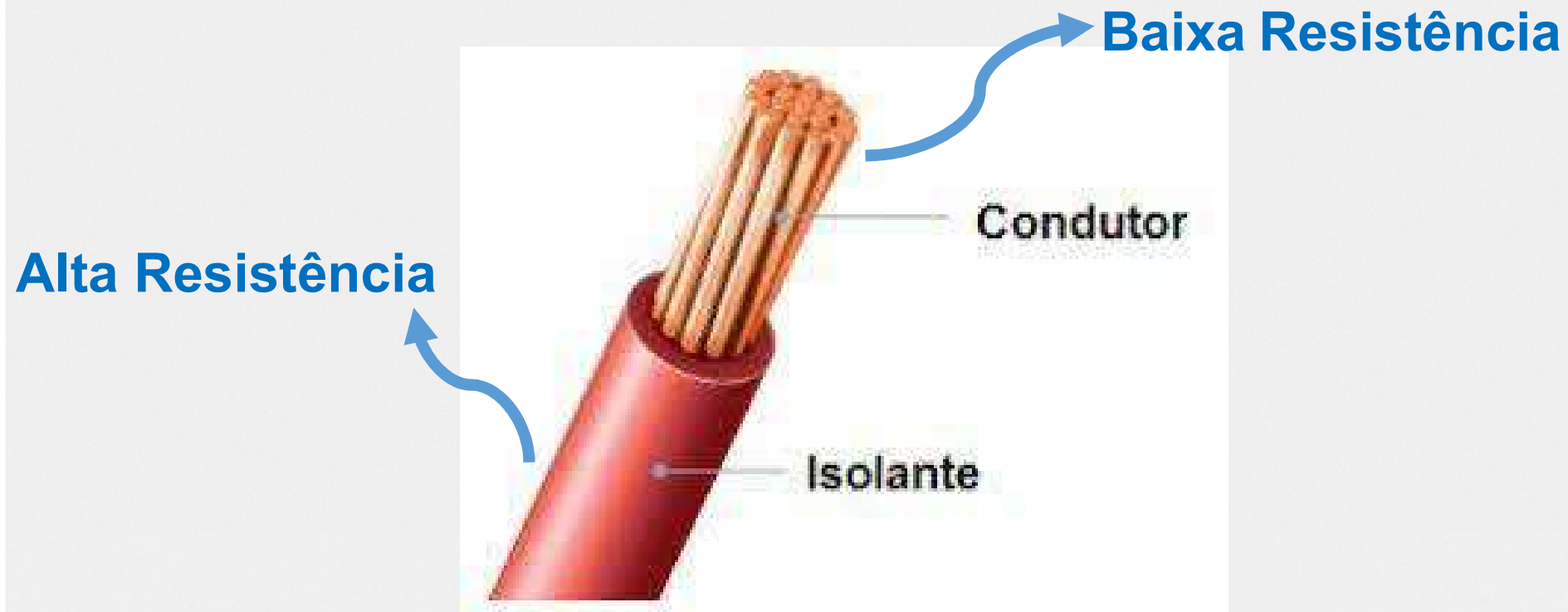
Corrente elétrica

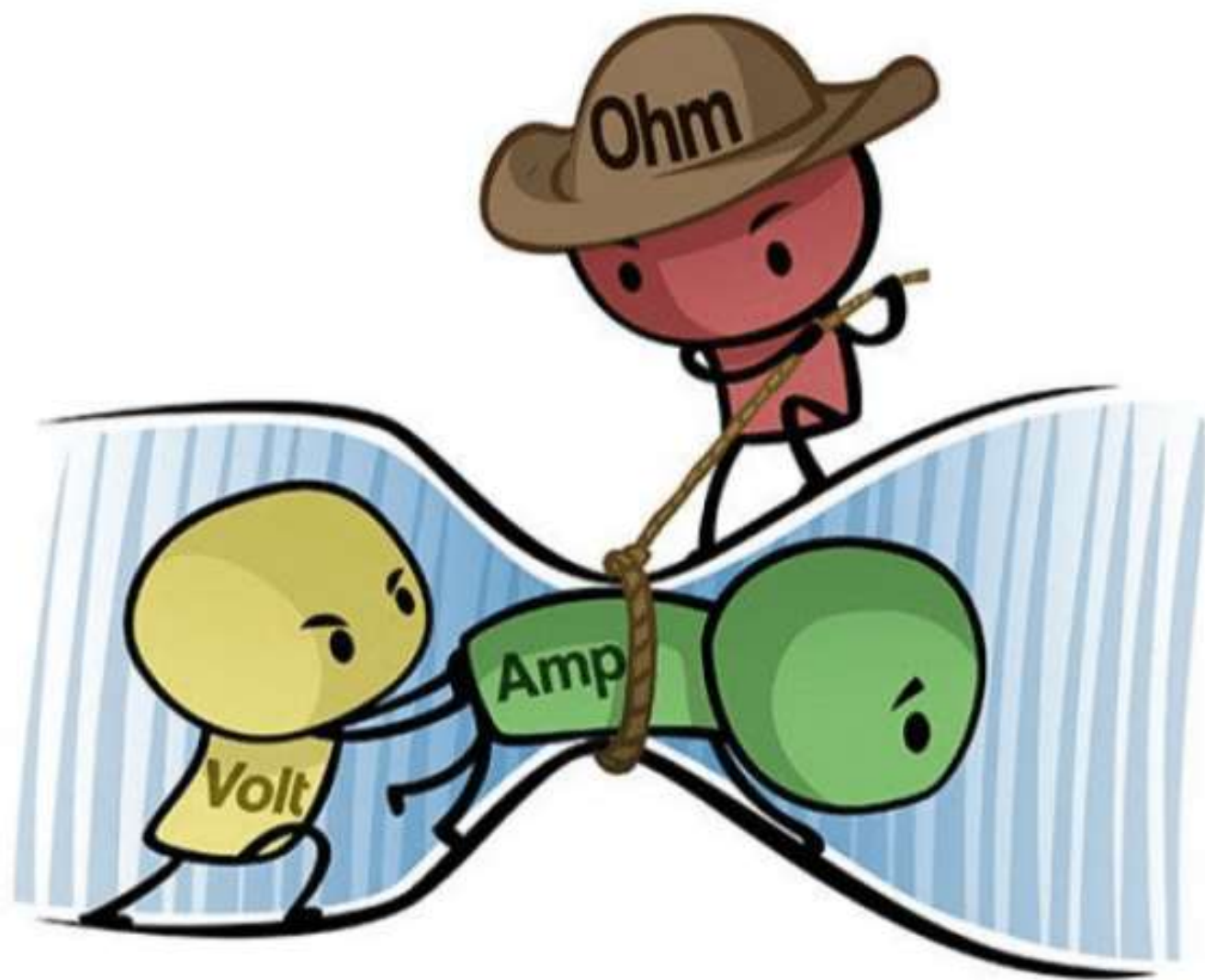
- No sistema fotovoltaico existem os dois tipos de corrente: Corrente Contínua e Corrente Alternada.
- A corrente contínua requer muito mais atenção do que sistemas comuns em corrente alternada que estamos acostumados
- É o inversor que gera a corrente no sistema. É limitada pela nominal do inversor(Datasheet).
- No dimensionamento do gerador é importante observar a corrente máxima de entrada do inversor e comparar com a corrente do módulo.

Resistência elétrica

- Unidade de medida: Ohms (Ω)
- É a capacidade de um condutor de se opor e dificultar a passagem da corrente elétrica
- Está presente nos cabos. Quanto maior a bitola do cabo (4mm^2 , 6mm^2 , etc) menor é a resistência

Resistância elétrica





Potência elétrica

- Unidade de medida: Watt (W)
- É a maneira de determinarmos o “tamanho” (ou força) de um sistema elétrico.
- No sistema fotovoltaico, quanto maior for a potência mais energia será gerada
- Em um chuveiro elétrico, quanto maior for a potência maior será o calor gerado para aquecer a água
- A representação de Quilowatt(kW) é referente a 1000W.
- A representação de Megawatt(MW) é referente a 1000KW ou 1.000.000W
- Para você ir. $P=V*I$ (Lado CC)

Diferença entre potência e energia

- Potência: W
- Energia (Wh): Relação de uma determinada potência em virtude do tempo. É a forma utilizada para medir o consumo ou geração de fontes de energia.
- Potência utilizada em sistemas fotovoltaicos Wp: O Wp é normalmente utilizado para se referir a potência de módulos de um sistema fotovoltaico.

Sistemas FV e seus componentes

BOLD
energy

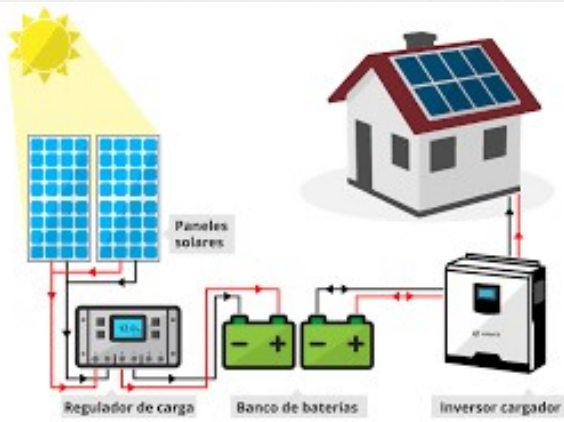


O sistema fotovoltaico

Algumas Vantagens:

- Silencioso;
- Vida útil superior a 25 anos;
- Pouca manutenção;
- Não consome combustível;
- Não produz poluição;
- Resistente a condições climáticas;
- Não possui peças móveis;
- Permite aumentar a potência instalada;
- Redução nas perdas na distribuição de energia elétrica.

Tipos de sistema fotovoltaico



Off-grid

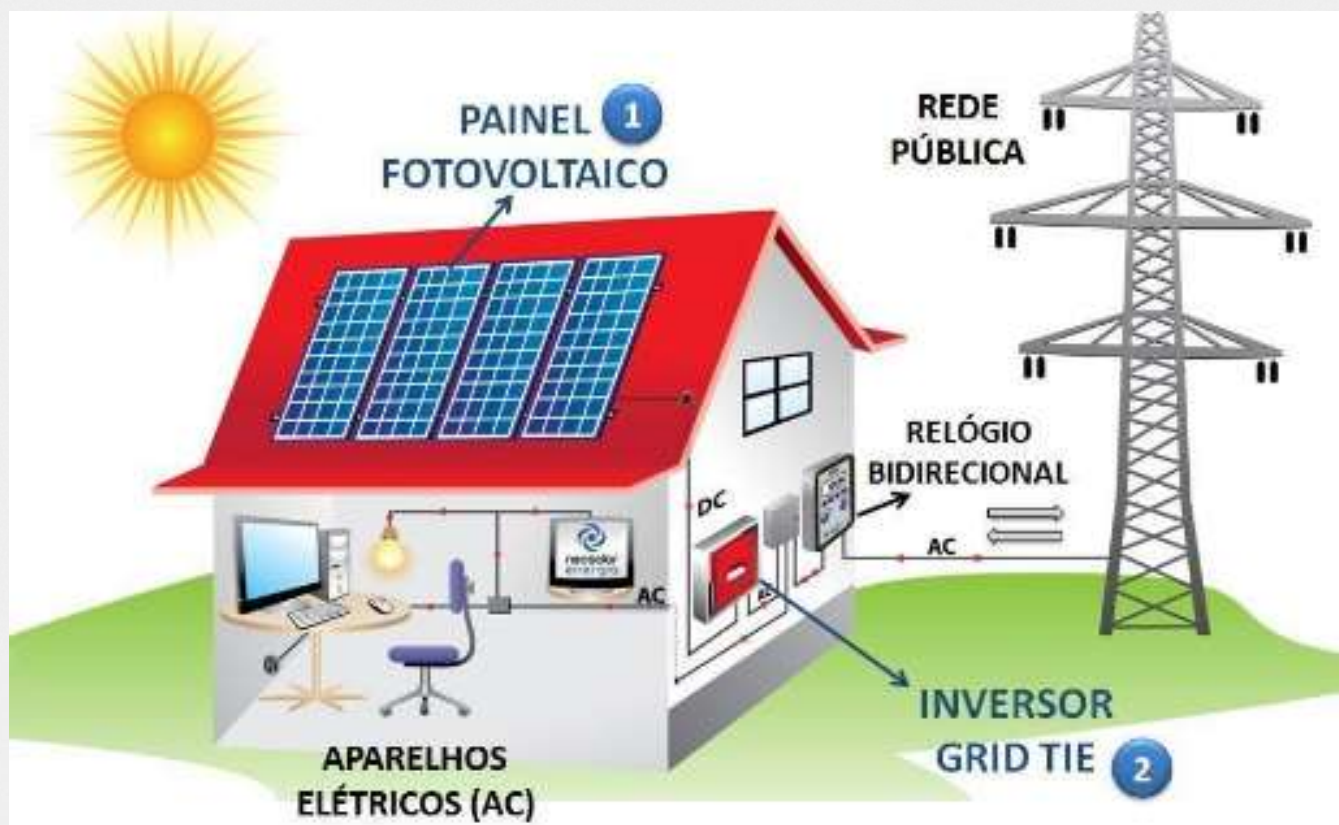


On-Grid

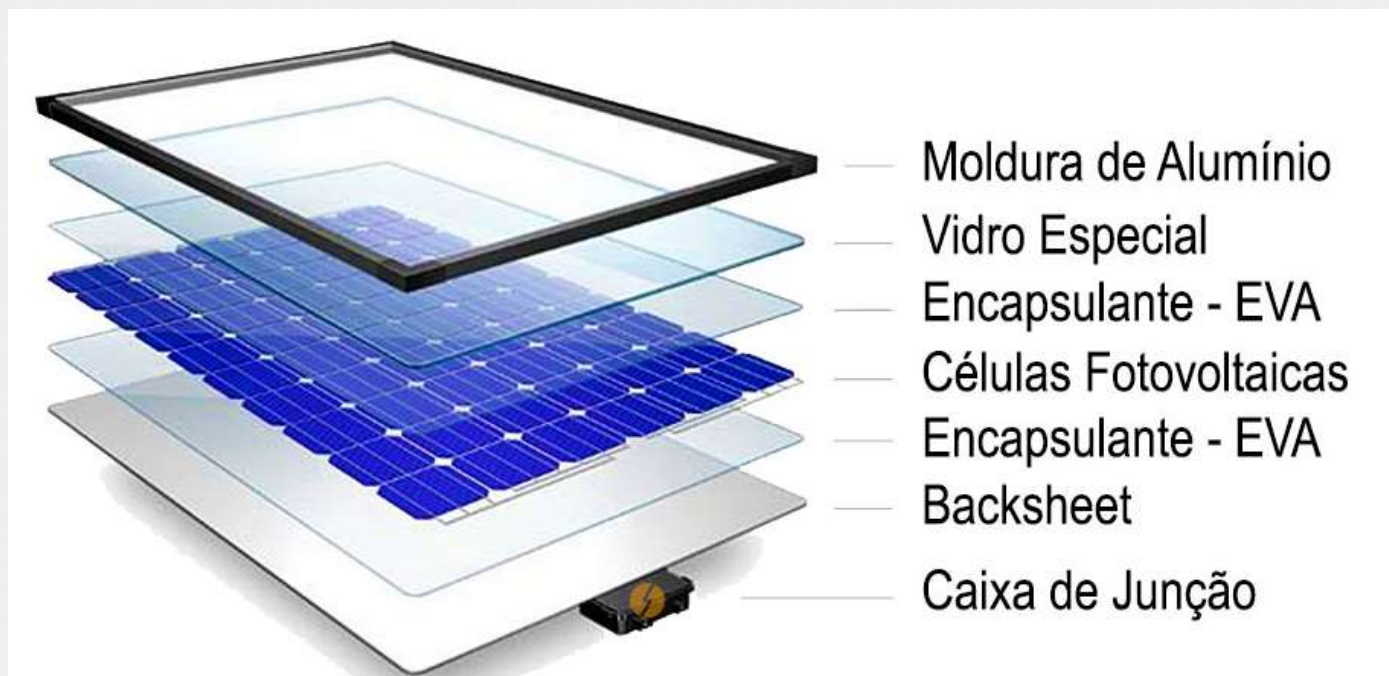


Híbrido

O sistema fotovoltaico On-Grid

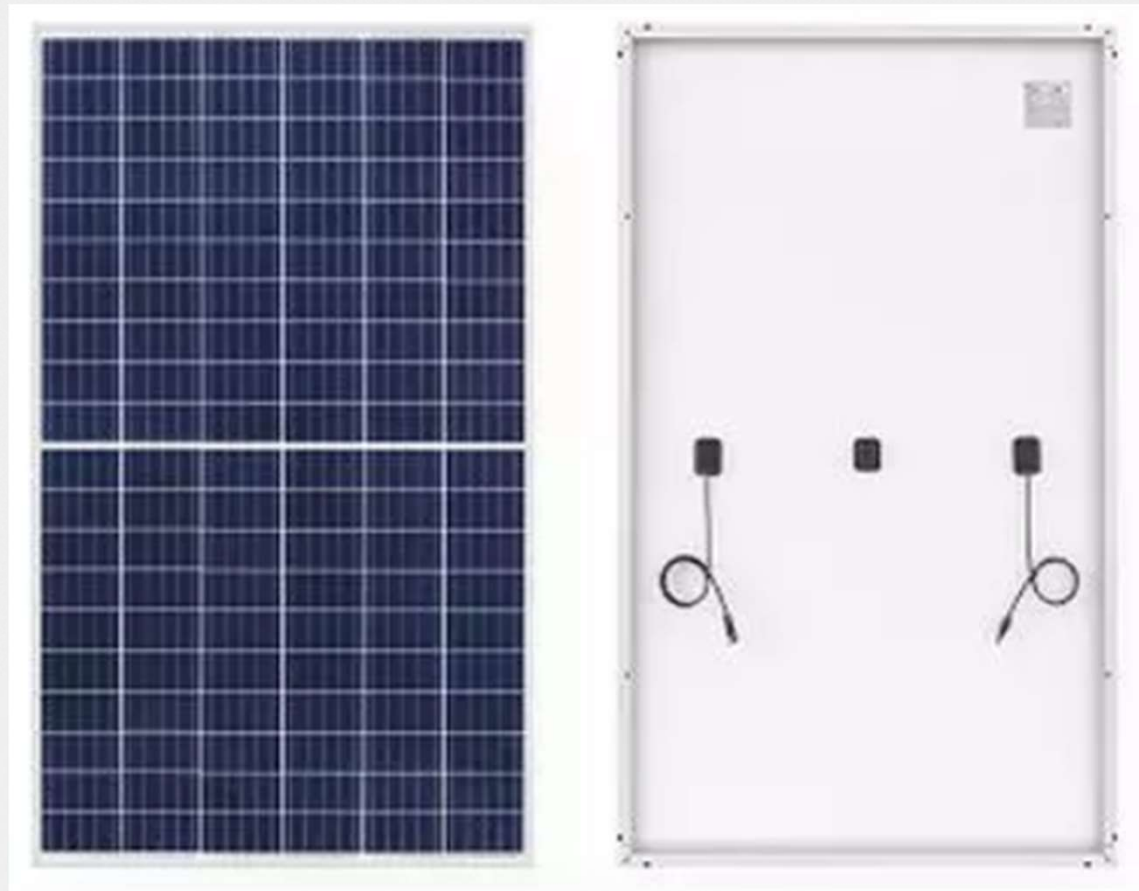


Módulos fotovoltaicos



Módulos fotovoltaicos

Parte frontal e traseira do módulo fotovoltaico



Módulos fotovoltaicos

Informações do datasheet:

ELECTRICAL DATA | STC*

CS3Y	475MS	480MS	485MS	490MS	495MS	500MS
Nominal Max. Power (Pmax)	475 W	480 W	485 W	490 W	495 W	500 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	44.0 V	44.2 V	44.4 V	44.6 V	44.8 V	45.0 V
Opt. Operating Current (Imp)	10.81 A	10.87 A	10.94 A	11.00 A	11.06 A	11.12 A
Open Circuit Voltage (Voc)	52.7 V	52.9 V	53.1 V	53.3 V	53.5 V	53.7 V
Short Circuit Current (Isc)	11.52 A	11.57 A	11.62 A	11.67 A	11.72 A	11.77 A
Module Efficiency	20.1%	20.3%	20.6%	20.8%	21.0%	21.2%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C					
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)					
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 61730 1500V) or TYPE 2 (UL 61730 1000V) or CLASS C (IEC 61730)					
Max. Series Fuse Rating	20 A					
Application Classification	Class A					
Power Tolerance	0 ~ + 10 W					

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

MECHANICAL DATA

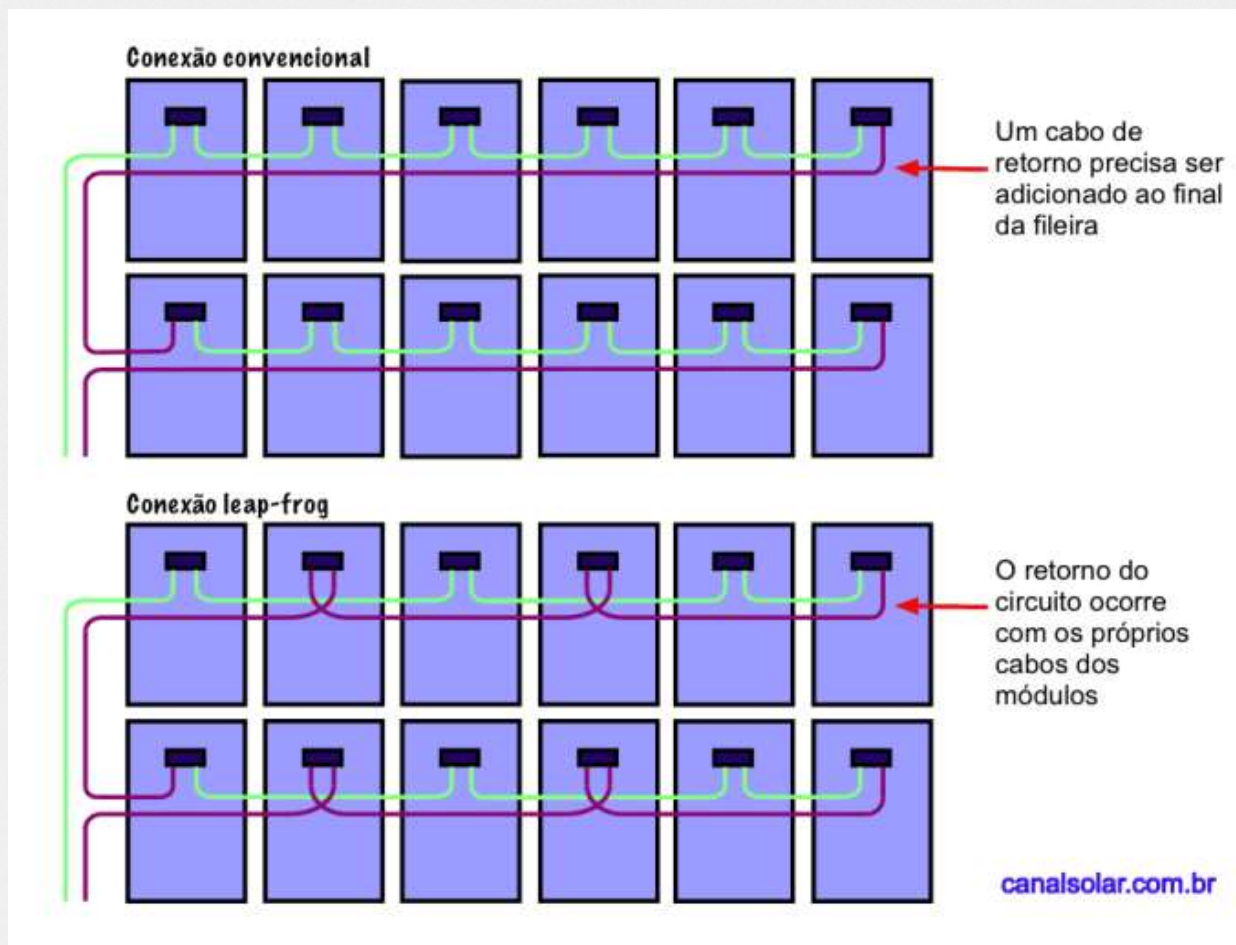
Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	156 [2 X (13 X 6)]
Dimensions	2252 X 1048 X 35 mm (88.7 X 41.3 X 1.38 in)
Weight	25.7 kg (56.7 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm ² (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	410 mm (16.1 in) (+) / 290 mm (11.4 in) (-) or customized length*
Connector	T4 series or H4 UTX or MC4-EVO2
Per Pallet	30 pieces
Per Container (40' HQ)	600 pieces

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

Módulos fotovoltaicos

Tipos de conexão entre os módulos fotovoltaicos.

Vários módulos conectados em série entre si formam uma string(família).



Fatores que influenciam na geração

- Radiação solar
- Temperatura
- Condições de instalação

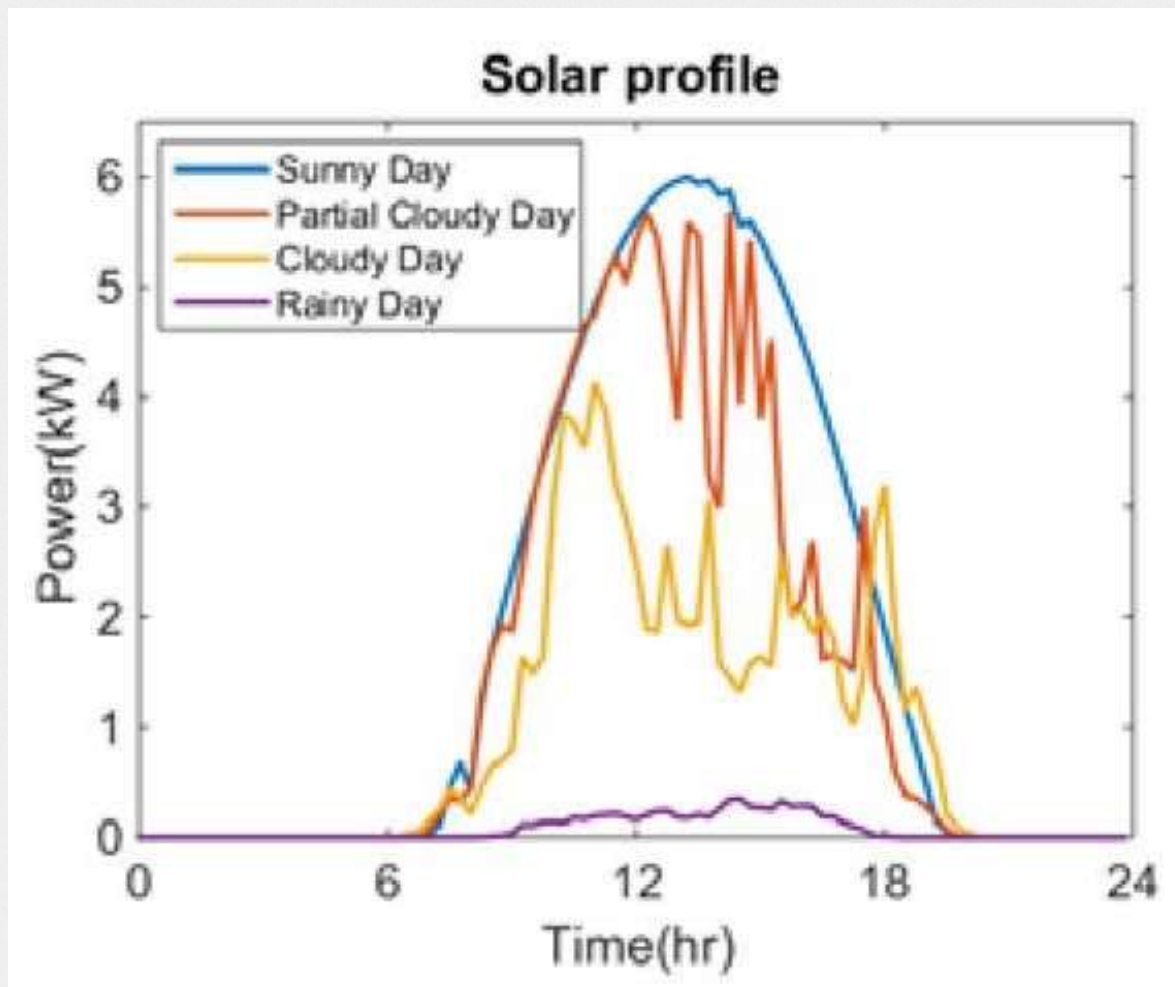


Radiação

- A potência de saída aumenta com o aumento da radiação incidente.
- **Direta:** Chega a superfície sem mudar de direção
- **Difusa:** Chega a superfície sem uma direção definida, após ter sido dispersada pelas moléculas e partículas presentes na atmosfera.
- **Refletida:** Chega a superfície e foi previamente refletida pelo solo ou superfícies adjacentes, verticais ou horizontais.



Radiação



Temperatura

Maior temperatura:

- Período de maior radiação no ano;
- Período de maior perda;

Menor temperatura:

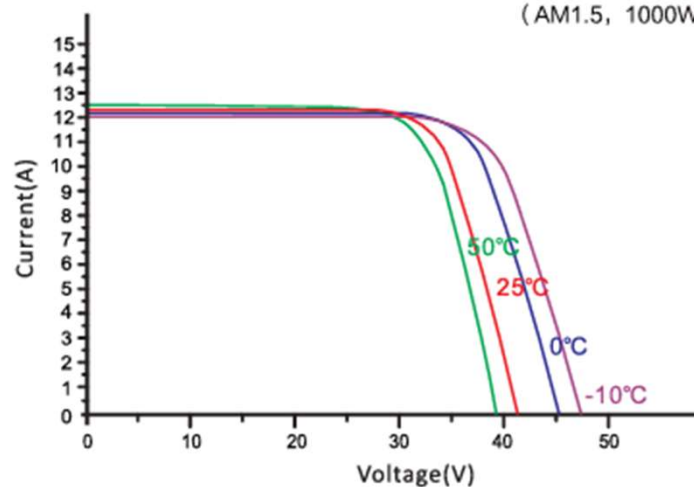
- Período de menor radiação no ano;
- Período de menor perda;

TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS

Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	44°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.04%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.34%/°C
Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500VDC
Max Series Fuse Rating	20A
Limiting Reverse Current	20A

I-V characteristics at different temperatures

(AM1.5, 1000W/m²)



Sombreamento

- Sombras costumam ser uma das principais causas de preocupações nos sistemas fotovoltaicos;
- Diminuição do rendimento dos sistemas, causando insatisfação nos clientes;
- Pode gerar pontos de aquecimento (que chamamos *hotspots*).



Sombreamento



Módulos Half-Cell x Full-Cell

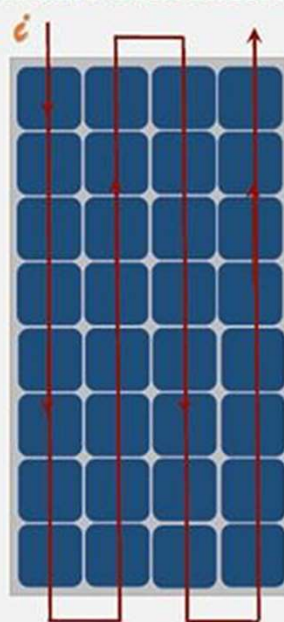


Módulos Half Cell

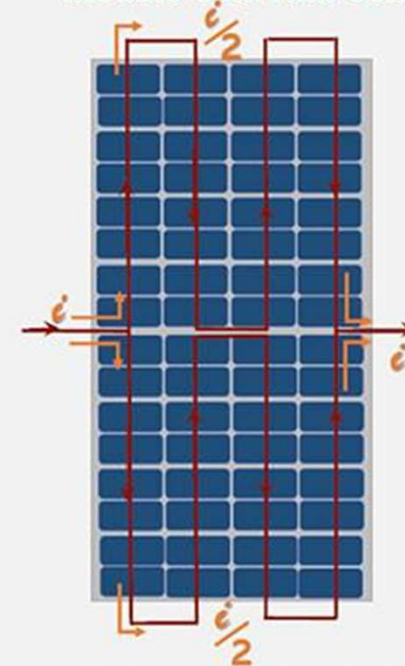


Módulo Full Cell

Módulo convencional



Módulo com Half-cell

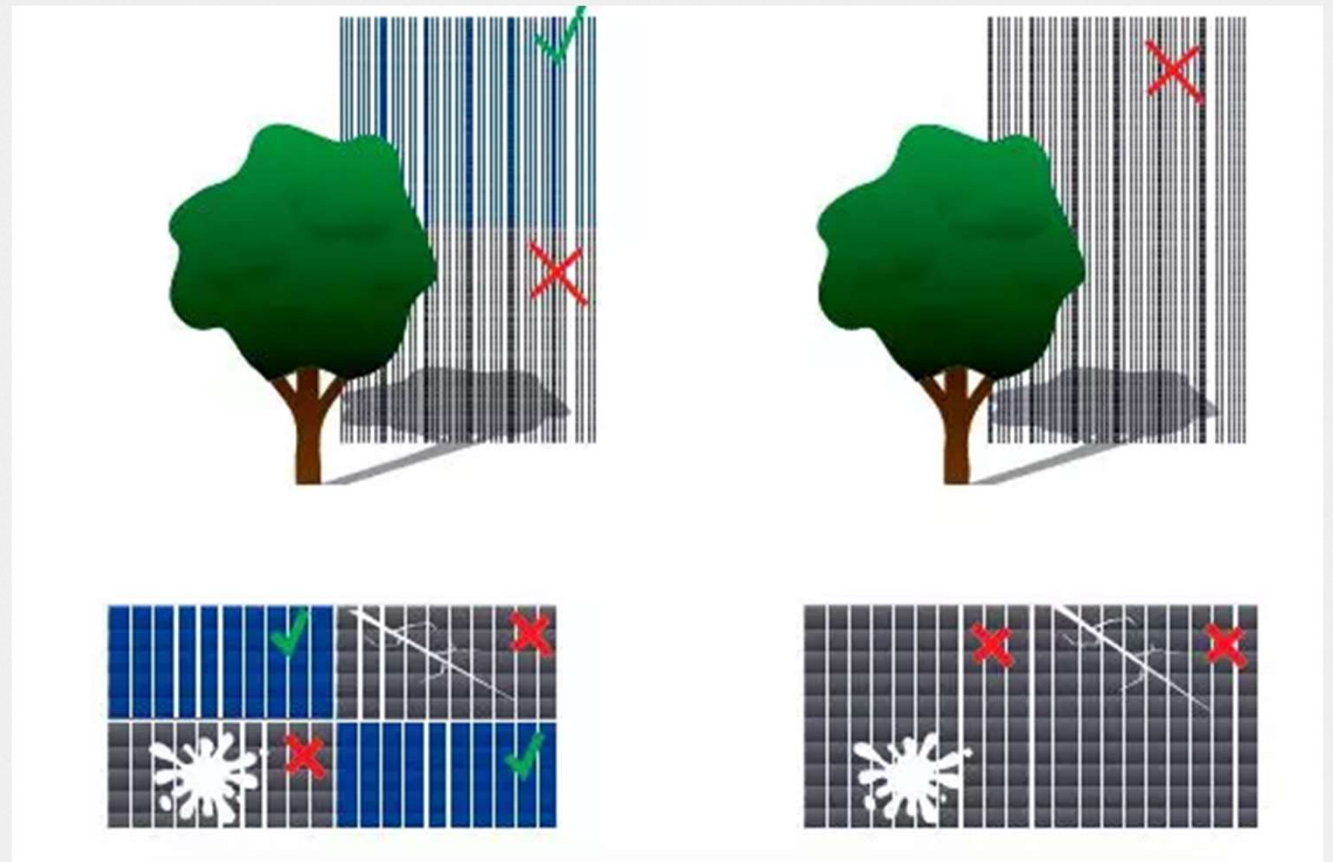


Sombreamento no Half-Cell e Full-Cell

Conforme podemos ver na imagem, o efeito do sombreamento parcial é menor nos módulos com a tecnologia half-cell.

Half-Cell

Padrão



Sombreamiento



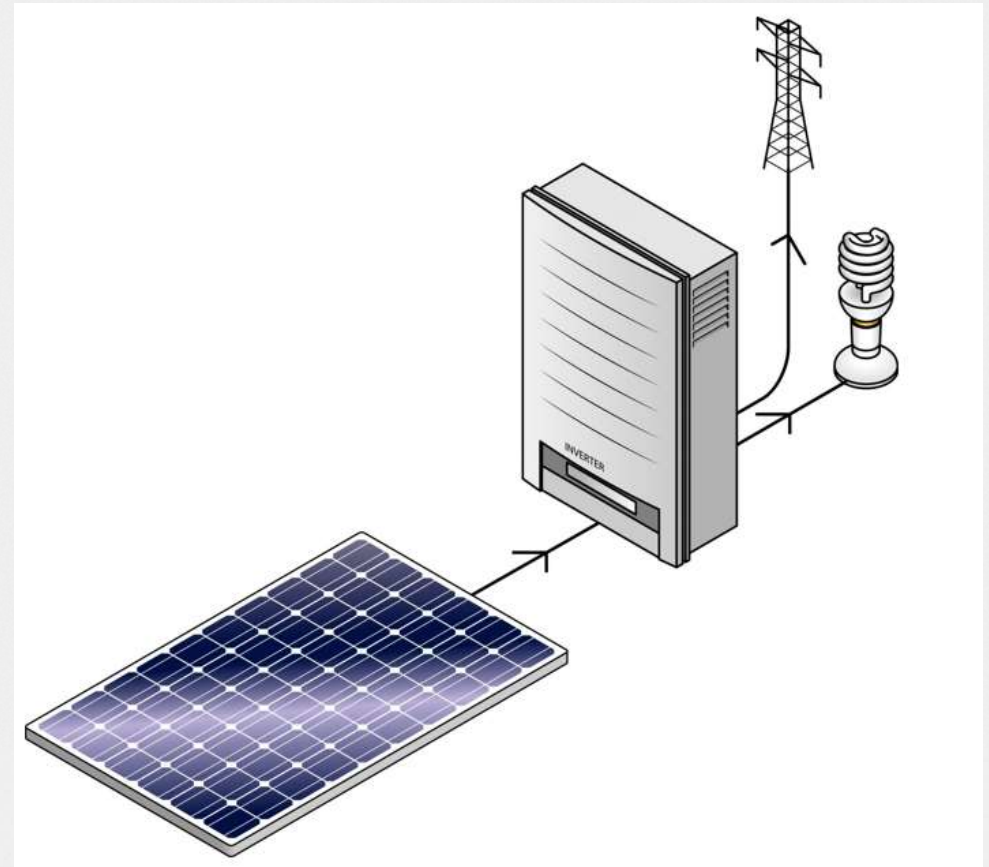
Inversores



BOLD
energy

Inversores

- O inversor tem a função de converter a energia elétrica gerada pelos módulos em corrente contínua, para uma energia elétrica utilizável em corrente alternada. Resumidamente, ele faz a conversão de energia CC em CA.
- O inversor faz parte do kit fotovoltaico, sendo um equipamento necessário para que o sistema fotovoltaico possa funcionar. Ele é instalado entre os módulos e as cargas.



Inversores

Monofásicos:

- 1600TL-G3
- SOFAR 3KTLM-G3
- SOFAR 3300TL-G3
- SOFAR 4KTLM-G3
- SOFAR 5KTLM-G3
- SOFAR 6KTLM-G3
- SOFAR 7.5KTLM

Trifásicos 220V:

- SOFAR 11000TL-LV
- SOFAR 13500TL-LV
- SOFAR 16500TL-LV
- SOFAR 18000TL-LV
- SOFAR 27500TL-LV
- SOFAR 33000TL-LV

Trifásicos 380V:

- SOFAR 12KTL-X
- SOFAR 15000TL-G2
- SOFAR 20000TL-G2
- SOFAR 25000TL-G2
- SOFAR 30000TL-G2
- SOFAR 33000TL-G2
- SOFAR 50000TL
- SOFAR 60000TL
- SOFAR 70000TL-HV
- SOFAR 75KTL
- SOFAR 100KTL
- SOFAR 125KTLHV

Monofásicos:

- SOLIS S6-GR1P3K-M
- SOLIS S6-GR1P4K
- SOLIS S6-GR1P5K
- SOLIS S6-GR1P6K
- SOLIS 1P7.7K-5G
- SOLIS 1P10K-4G

Trifásicos 220V:

- SOLIS S5-GC15K-LV
- SOLIS S5-GC20K-LV
- SOLIS 30K-LV
- SOLIS 50K-LV-5G
- SOLIS 60K-LV-5G

Trifásicos 380V:

- SOLIS S5-GR3P15K
- SOLIS S5-GR3P20K
- SOLIS S5-GC30K
- SOLIS S5-GC40K
- SOLIS 50K
- SOLIS 60K-4G
- SOLIS 75K-5G
- SOLIS 110K-5G

Inversores

Informações gerais

BOLD
energy



SEAB

SOFAR
3k~7.5kTL-G2

3000/3600/4000/4600/5000/6000/7500

Single-Phase **Dual-MPPT**



-  Built-in zero export function
-  IP65 ingress protection
-  98.2% Max. efficiency up to 98.2%
-  Smart monitoring, RS485, Wifi/Ethernet/GPRS (optional)
-  2 MPPT high precision string detection
-  I-V curve scanning function
-  Built-in sound and light alarm function

Inversores

Informações técnicas

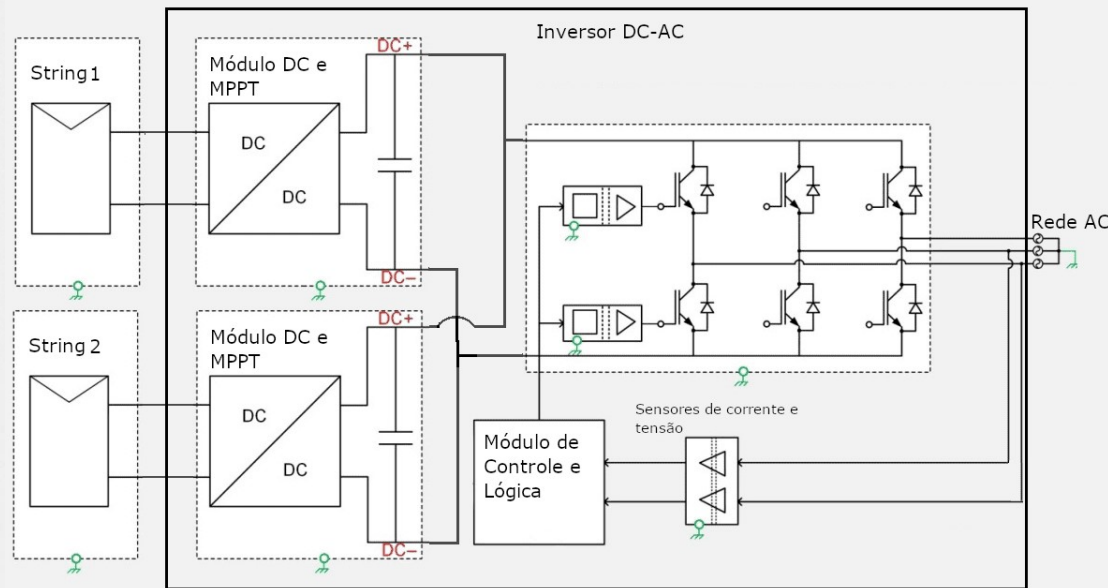
Datasheet	SOFAR 3KTLM-G2	SOFAR 3.6KTLM-G2	SOFAR 4KTLM-G2	SOFAR 4.6KTLM-G2	SOFAR 5KTLM-G2	SOFAR 6KTLM-G2	SOFAR 7.5KTLM
Input (DC)							
Recommended Max. PV input power	3990Wp	4790Wp	5320Wp	6120Wp	6650Wp	7980Wp	9980Wp
Max DC power for single MPPT	2000W	2400W	2600W	3000W	3300W	4000W	2*2750W/ 2750W
Number of MPP trackers				2			
Number of DC inputs				1/1		2/1	
Max. Input voltage				600V			
Start-up voltage				120V			
Rated input voltage				360V			
MPPT operating voltage range				90-580V			
Full power MPPT voltage range	160V-520V	180V-520V	200V-520V	230V-520V	250V-520V	300V-520V	250V-520V
Max. Input current per MPPT				11A/11A		22A/11A	
Maximum DC input short circuit current per MPPT				13.2A		26.4/13.2A	
Output (AC)							
Rated power	3000W	3680W	4000W	4600W	5000W	6000W	7500W
Max. AC power	3000VA	3680VA	4000VA	4600VA	5000VA	6000VA	7500VA
Max. Output current	13.7A	16.8A	18.2A	21A	22.8A	27.3A	32.6A
Nominal grid voltage	L/N/PE, 220Vac, 230Vac, 240Vac						
Grid voltage range	180Vac-276Vac (According to local standard)						
Nominal frequency	50Hz/60Hz						
Grid frequency range	45Hz-55Hz/54Hz-66Hz (According to local standard)						
Active power adjustable range	0-100%						
THDi	<3%						
Power factor	1 default (adjustable +/-0.8)						
Power limit export	Zero export or adjustable power limit export						

MPPT (do inglês Maximum Power Point Tracking, ou Rastreamento do Ponto de Máxima Potência em português)

A potência de um arranjo de módulos fotovoltaicos é definida pelo produto da corrente pela tensão do arranjo em determinado ponto de operação.

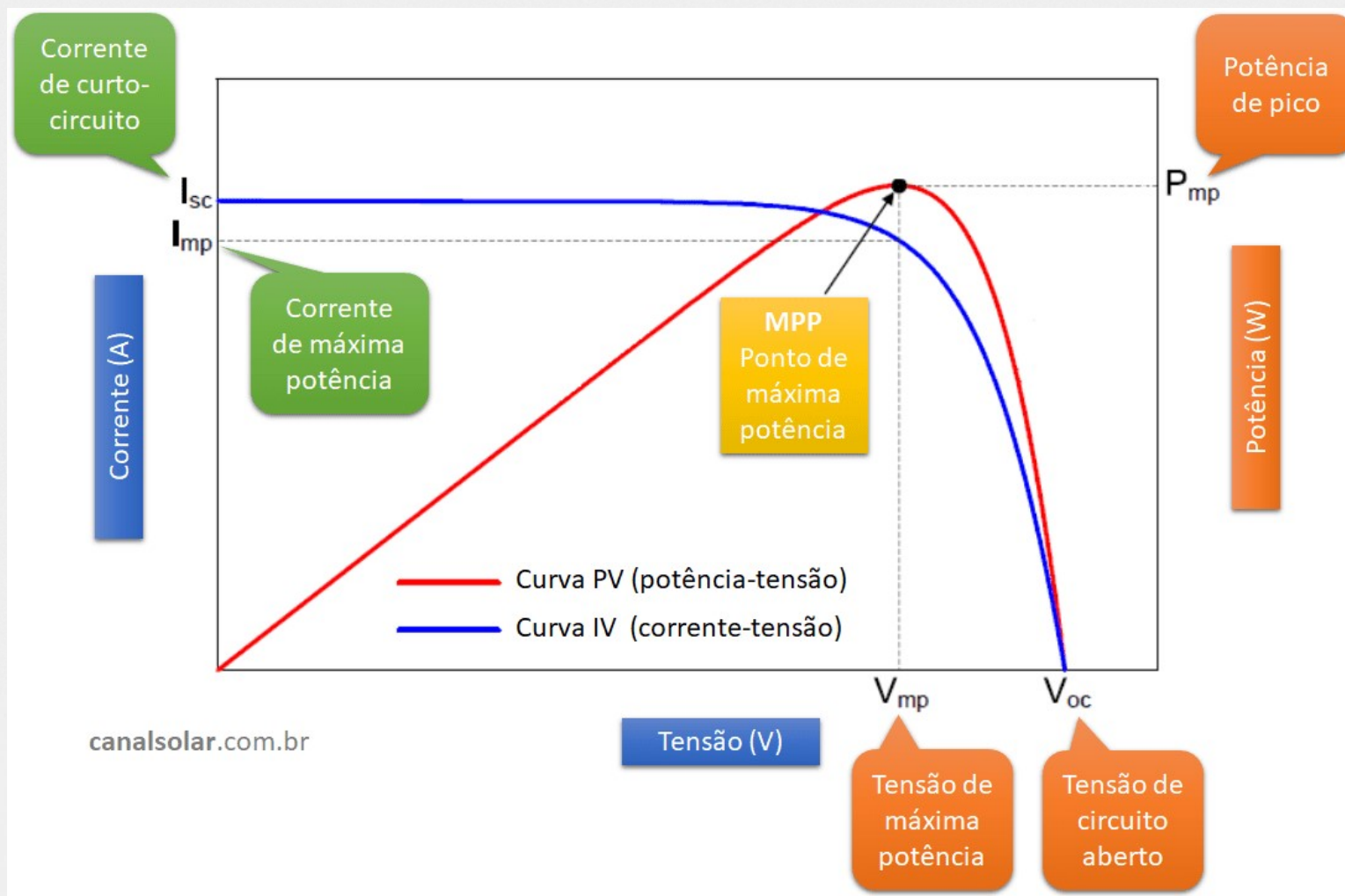
A tensão e a corrente podem variar por diversos fatores como temperatura, iluminação, sujeira ou sombras nos módulos e degradação dos equipamentos, causando uma perda de potência e deslocamento dos pontos de I_{mp} e V_{mp} .

A eletrônica embutida nos inversores é capaz de deslocar o ponto de operação do equipamento (I_{mp} , V_{mp}) para operar próximo do MPP, fazendo com que os efeitos adversos sejam diminuídos e a potência seja máxima para aquela situação.



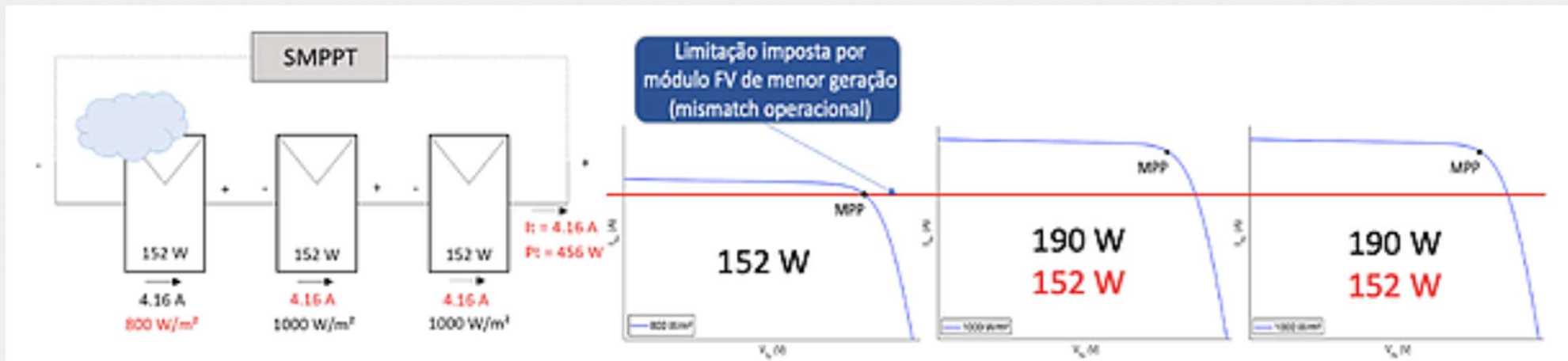
b) Inversor com 2 MPPTs

Mppt



Mismatch

Em um sistema fotovoltaico é: “o descompasso existente entre módulos conectados em série ou paralelo em virtude de fatores extrínsecos ou intrínsecos ao sistema fotovoltaico”.
Esse descompasso é quando um módulo fotovoltaico tem maior ou menor capacidade de geração de energia em relação a outro.



Stringbox

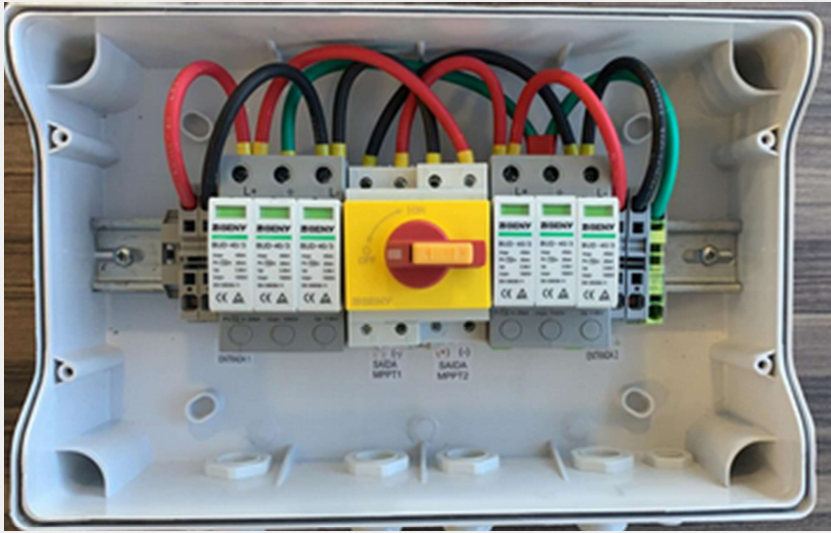
- Stringbox é a “caixa” onde ficam alocadas a proteções de corrente contínua dos inversores



Stringbox

- **Componentes da stringbox:**
- Invólucro: onde serão alocados os dispositivos de proteção e as conexões elétricas
- Dispositivo seccionador: responsável por fazer a conexão e desconexão do sistema
- Dispositivo de proteção contra surto: DPS
- Dispositivo de proteção contra sobrecorrente: fusível ou disjuntor
- Cabeamento CC

Stringbox



Stringbox

- Dimensionando a stringbox com os mínimos itens necessários:
- 1 DPC CC 3P por MPPT do inversor
- 1 ou 2 chaves seccionadoras por entrada do inversor
- Fusível em casos que o inversor tem mais que duas entradas por MPPT



Conector MC4

- São os conectores padrão de sistemas fotovoltaicos. Estão disponíveis nos módulos e inversores que já possuem este tipo de conector de fábrica
- São responsáveis por fazer qualquer tipo de conexão externa em sistemas fotovoltaicos



Cabo Solar

- Cabo utilizado em instalações fotovoltaicas
- Cabo específico com proteção UV para ficar exposto ao tempo
- Não é indicado utilizar cabo normal (que não seja FV) em sistemas fotovoltaicos
- Cobre Estanhado.



Estrutura de fixação



Estrutura de fixação

Tipos de coberturas – Telha cerâmica

ROMANA



AMERICANA



PORTUGUESA



MARSELHESA

FRANCESA



COLONIAL

Estrutura de fixação

Tipos de coberturas - Fibrocimento



Estrutura de fixação

Tipos de coberturas – Telhas de concreto



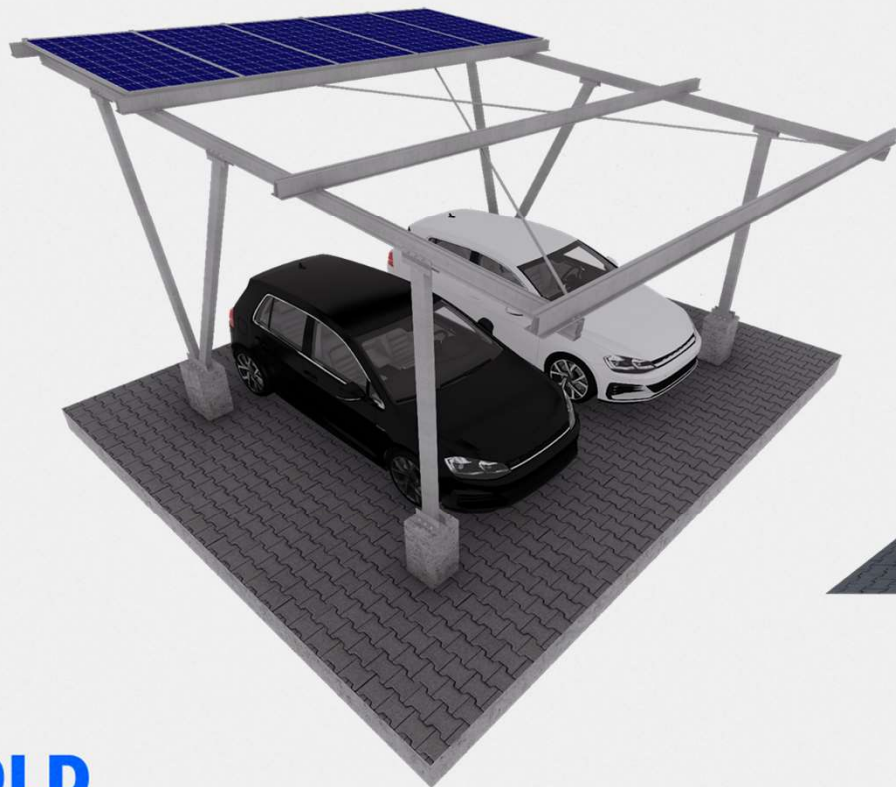
Estrutura de fixação

Tipos de coberturas – Telhas Shingle



Estrutura de fixação

Tipos de coberturas – Carport



Itens Gerais de fixação em telhado

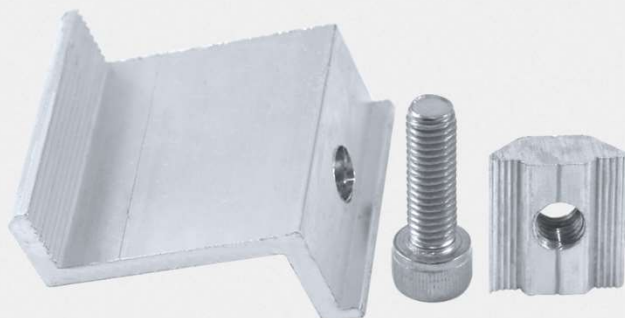
Perfil de alumínio 3,15M
Perfil de alumínio 3,40M



Kit de emenda em U e parafusos
INOX

Itens Gerais de fixação em telhado

KIT Grampo Intermediário - 39/44MM
Parafuso em INOX 8X45

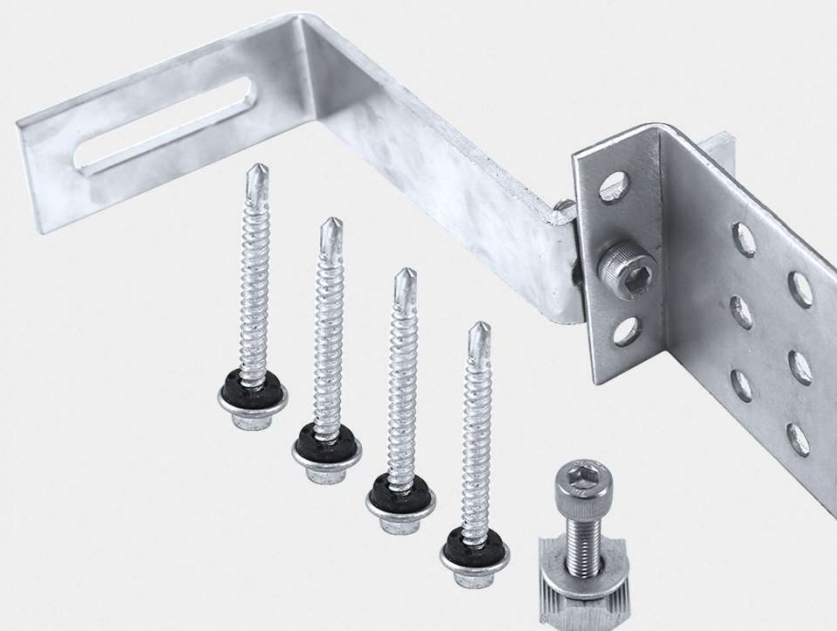


KIT Grampo Final - 39/44MM
Parafuso em INOX 8X25

Suportes de fixação em telhado

SUPORE PARA TELHADO DE TELHA ROMANA/AMERICANA, ESTRUTURA DE FERRO:

- ARRUELA 5/16 INOX
- PORCA PARA PERFIL
- PORCA SEXTAVADA INOX
- PARAFUSO INOX 8X25
- PARAFUSO AUTO BROCANTE 12X2



Suportes de fixação em telhado



KIT SUPORTE PARA TELHADO DE TELHA ROMANA/AMERICANA, ESTRUTURA DE FERRO:

Suportes de fixação em telhado

SUPORTE PARA TELHADO DE TELHA ROMANA/AMERICANA ALONGADO, ESTRUTURA DE FERRO:

- SUPORTE DE FIXAÇÃO 12 FUROS ALONGADO
- ARRUELA 5/16 INOX
- PORCA PARA PERFIL
- PORCA SEXTAVADA INOX
- PARAFUSO INOX 8X25
- PARAFUSO AUTO BROCANTE 12X2



Suportes de fixação em telhado



KIT SUPORTE PARA TELHADO DE TELHA ROMANA/AMERICANA ALONGADO, ESTRUTURA DE FERRO:

Suportes de fixação em telhado

KIT SUPORTE PARA TELHADO DE FIBROCIMENTO – MADEIRA:

- KIT PARAFUSO INOX 10X200
- ARRUELA 5/16 INOX
- PORCA PARA PERFIL
- PORCA SEXTAVADA INOX
- PARAFUSO INOX 8X25
- PARAFUSO AUTO BROCANTE 12X2



Suportes de fixação em telhado



**KIT SUPORTE PARA TELHADO DE
FIBROCIMENTO – MADEIRA**

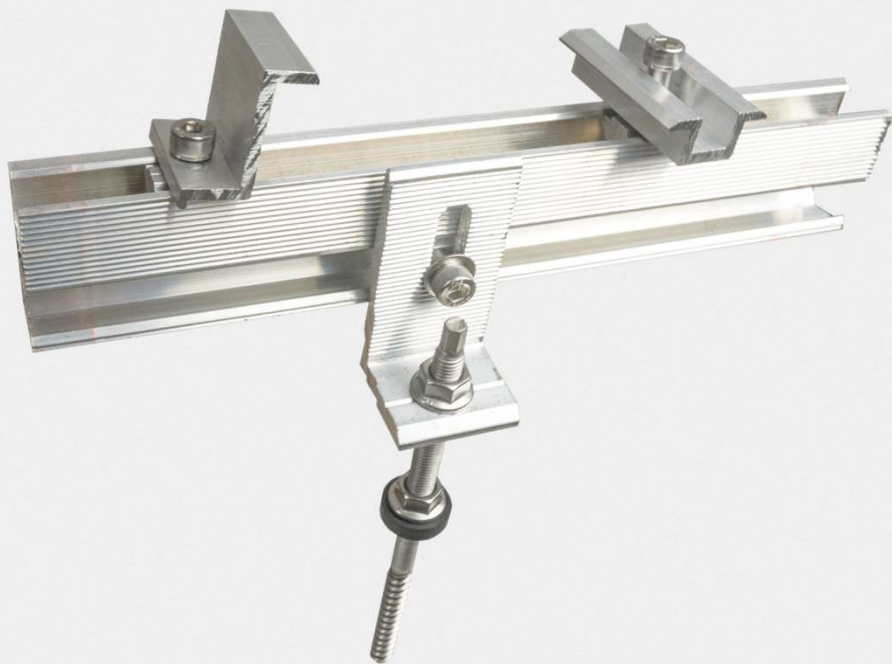
Suportes de fixação em telhado

KIT SUPORTE PARA TELHADO DE FIBROCIMENTO – EST. METÁL:

- KIT PARAFUSO INOX 10X200
- ARRUELA 5/16 INOX
- PORCA PARA PERFIL
- PORCA SEXTAVADA INOX
- PARAFUSO INOX 8X25



Suportes de fixação em telhado



**KIT SUPORTE PARA TELHADO DE
FIBROCIMENTO – EST. METÁLICA**

Suportes de fixação em telhado

KIT SUPORTE PARA TELHADO DE ZINCO/ALUZINCO:

- SUPORTE L ZINCO/ALUZINCO
- PORCA PARA PERFIL
- PARAFUSO CL SI INOX 304 MA 8X25 RI POL
- PORCA PARA PERFIL
- PARAFUSO AUTO BROCANTE SX 12 X 4 POL
- ARRUELA 5/16 INOX



Suportes de fixação em telhado

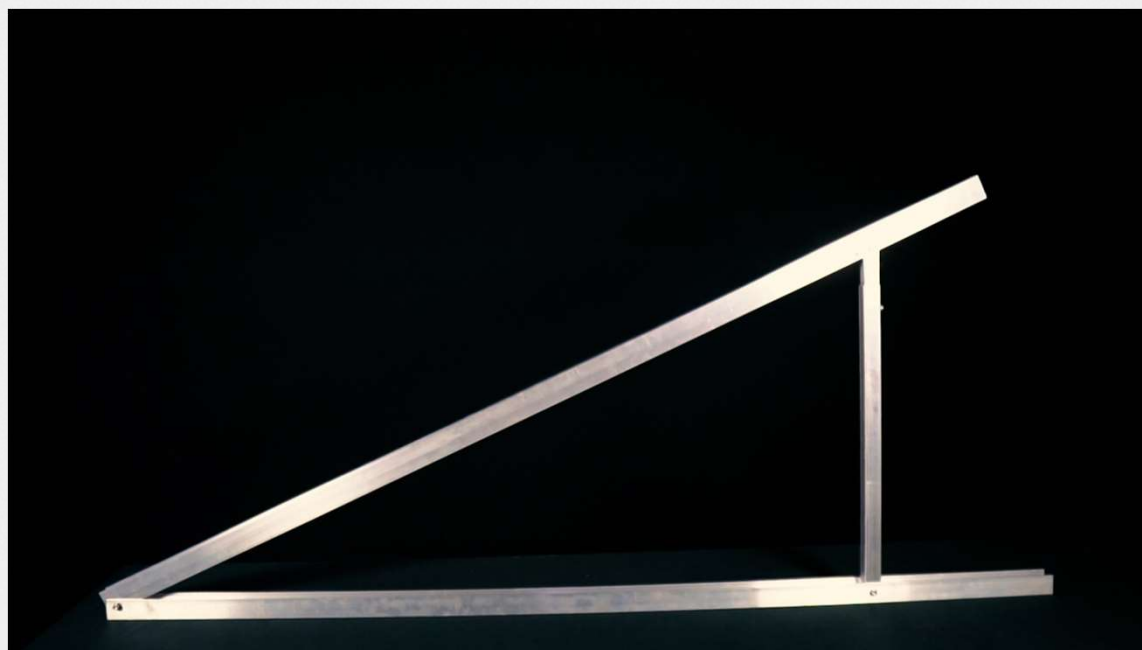


**KIT SUPORTE PARA TELHADO DE
ZINCO/ALUZINCO**

Suportes de fixação em telhado

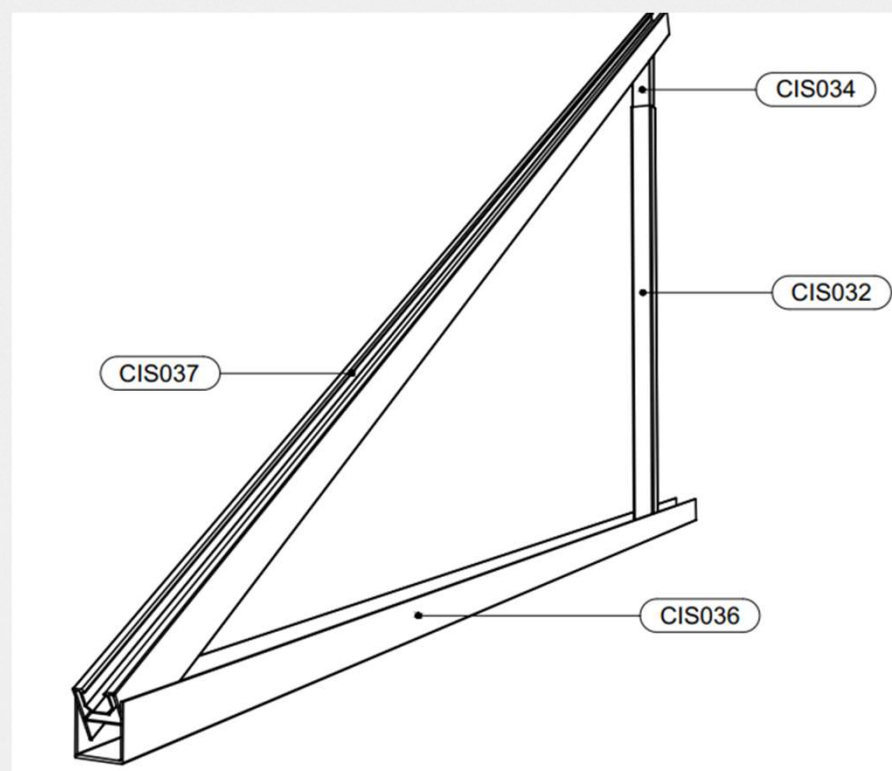
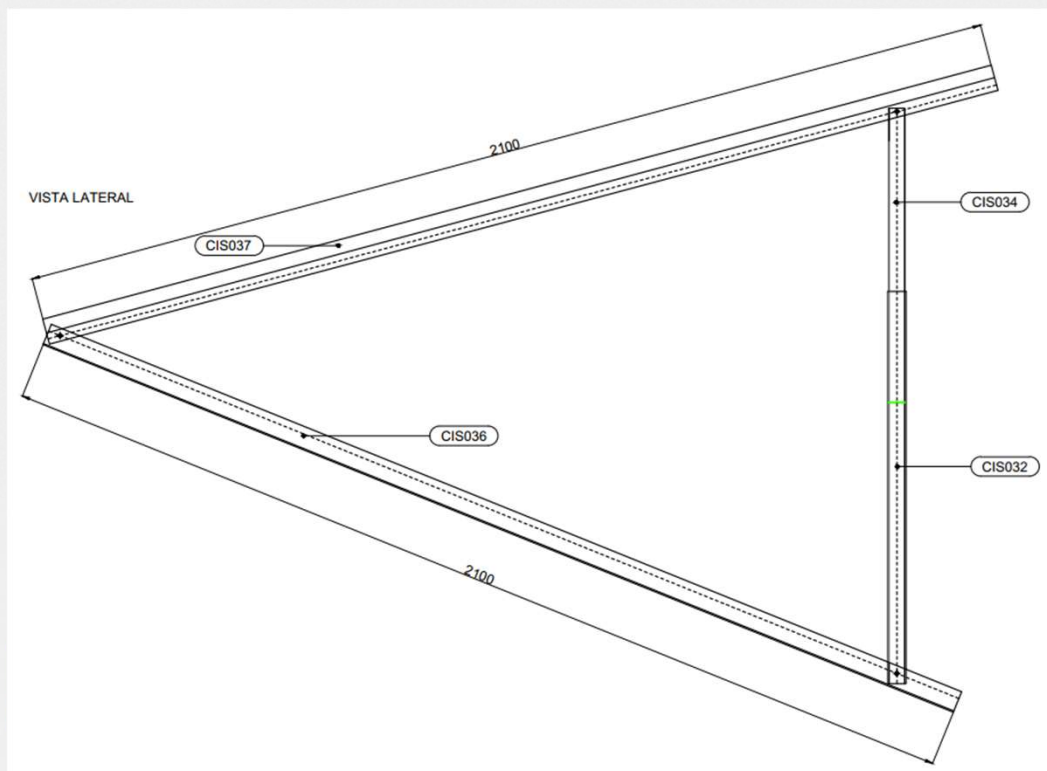
KIT SUPORTE PARA ESTRUTURA DE ELEVAÇÃO:

- PERFIL CIS 032 – TUBO EXTERNO
- PERFIL CIS 034 – PERFIL DE REGULAGEM
- PERFIL CIS 036 – BASE DE FIXAÇÃO
- PERFIL CIS 037 – FIXADOR DE MÓDULOS
- ARRUELA 5/16 INOX
- PORCA SEXTAVADA INOX MA8 – NOVO
- PARAFUSO CL SI INOX 304 MA 8X25 RI POL
- PORCA PARA ESTRUTURA CIS 033
- PERFIL CANTONEIRA 3M
- CABO DE AÇO 5M
- CLIPS PARA CABO DE AÇO
- ESTICADOR



Suportes de fixação em telhado

KIT SUPORTE PARA ESTRUTURA DE ELEVAÇÃO



Suportes de fixação em solo

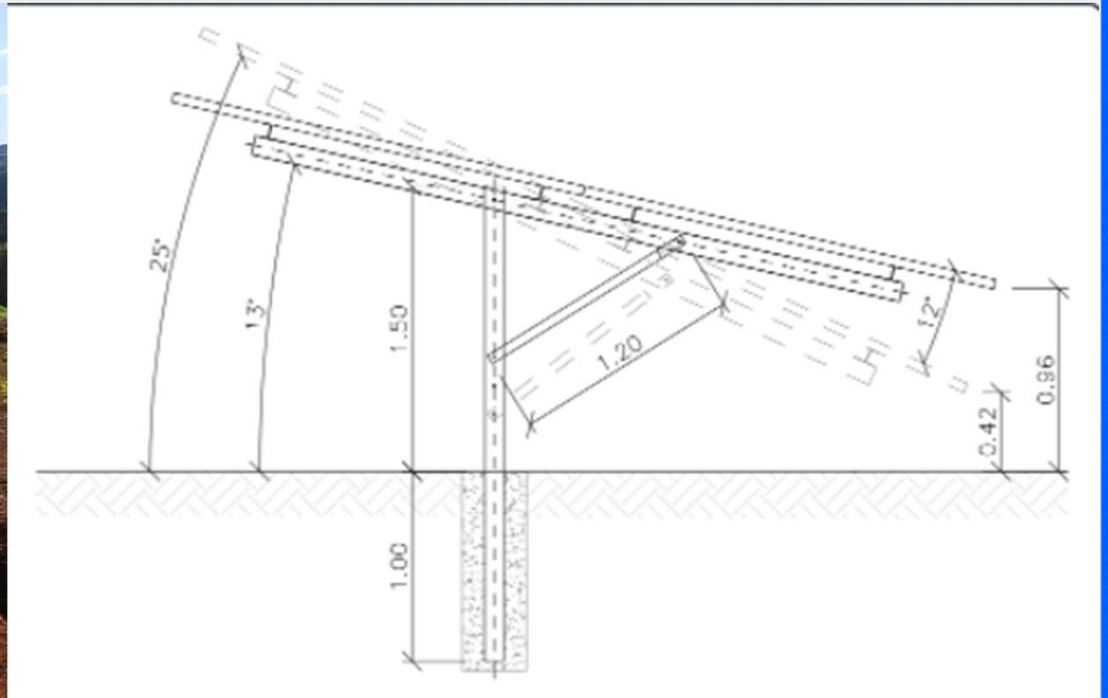
KIT SUPORTE PARA ESTRUTURA DE SOLO:

- PARAFUSO CL SI INOX 304 MA 8X25 RI POL
- ARRUELA 5/16 INOX
- PORCA SEXTAVADA INOX MA8
- PORCA PARA PERFIL SUPORTE L ZINCO/ALUZINCO
- PORCA PARA PERFIL



Suportes de fixação em solo

KIT PARA ESTRUTURA DE SOLO



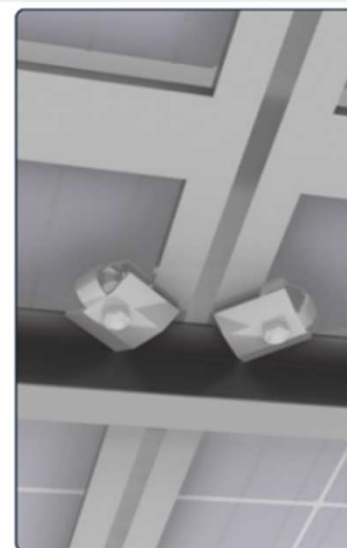
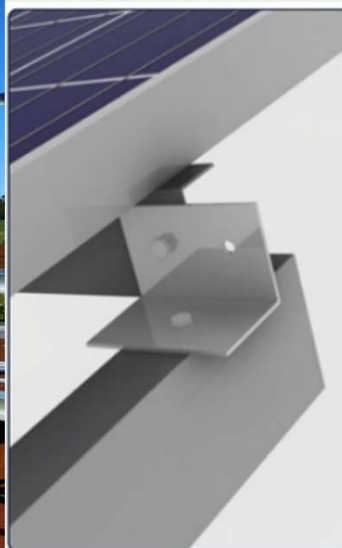
Suportes de fixação em solo

KIT SUPORTE PARA ESTRUTURA DE SOLO





Suportes de fixação em solo

KIT SUPORTE PARA ESTRUTURA DE SOLO





 @boldenergybr  Bold Energy

contato@boldenergy.com.br

Av. Porto Alegre, nº 427D, Lazio Executivo - Sala 203
Chapecó/SC, 89802-130, Brasil