

Aula 3: Dimensionamento (parte 2)

Rys. 2| Histogramy przedstawiające...
z polskich hut w ramach zakładów
żelaznych EPSTAL o średnicy
a) R_e – granica plastyczności (minim.)
b) R_m – wytrzymałość na rozciąganie
c) A_{gt} – wydłużenie przy maksymalnej

Histogramy przedstawiające w...
z polskich hut w ramach zakładów
żelaznych EPSTAL o średnicy
a) R_e – granica plastyczności
b) R_m – wytrzymałość na rozciąganie
c) A_{gt} – wydłużenie przy maksymalnej

B1) Arranjo fotovoltaico:

Após a condução da análise técnica, coletou-se as seguintes informações:

- Espaço suficiente para instalação do sistema em uma única água, orientada a 25° Oeste
- Sem grandes fontes de sombreamento
- Inclinação do telhado de 10°
- Residência trifásica com tensões de 127V/220V
- 10m de cabo CC até o inversor

A partir dessas informações, pode-se dimensionar o sistema de forma precisa.



B1) Arranjo fotovoltaico:

Influência da temperatura nos módulos fotovoltaicos

Calculando Wp' , Vmp' , Isc' e Voc' :

$$T_{calc, Wp'} = T_{amb} + (\Delta t^\circ - T_{ref})$$

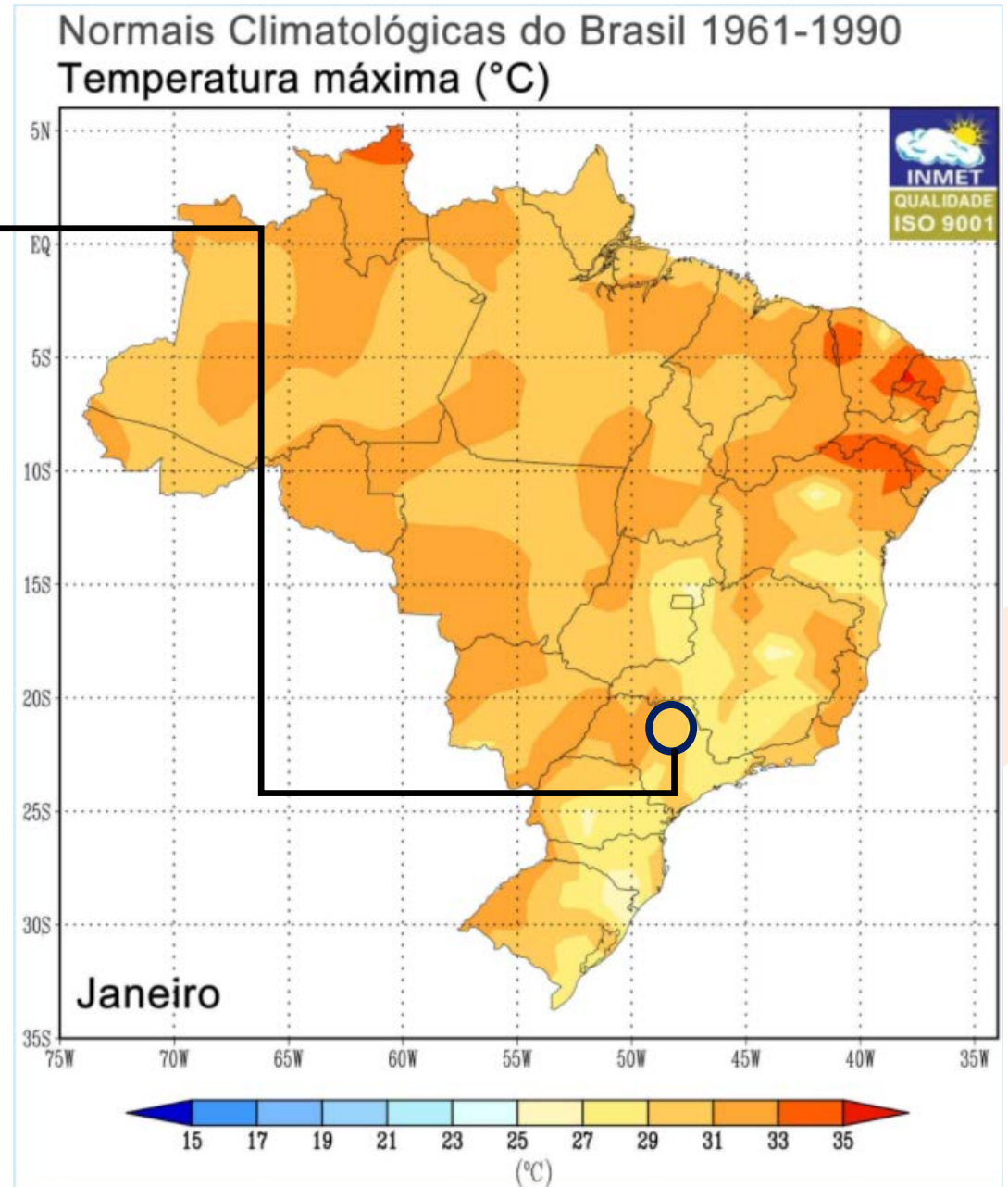
$$T_{calc, Wp'} = 31 + (29 - 25) = 35^\circ\text{C}$$

$$T_{calc, Vmp, min} = 60^\circ\text{C}$$

$$T_{calc, Voc, max} = T_{amb} + \Delta t^\circ - T_{ref}$$

$$T_{calc, Voc, max} = 0 + 0 - 25 = -25^\circ\text{C}$$

31 °C ←



B1) Arranjo fotovoltaico:

Calculando Wp' , Vmp' , Isc' e Voc' :

$$Wp' = \frac{100 + (L^{\circ}Cwp * T_{calc}, Wp')}{100} * Wp$$

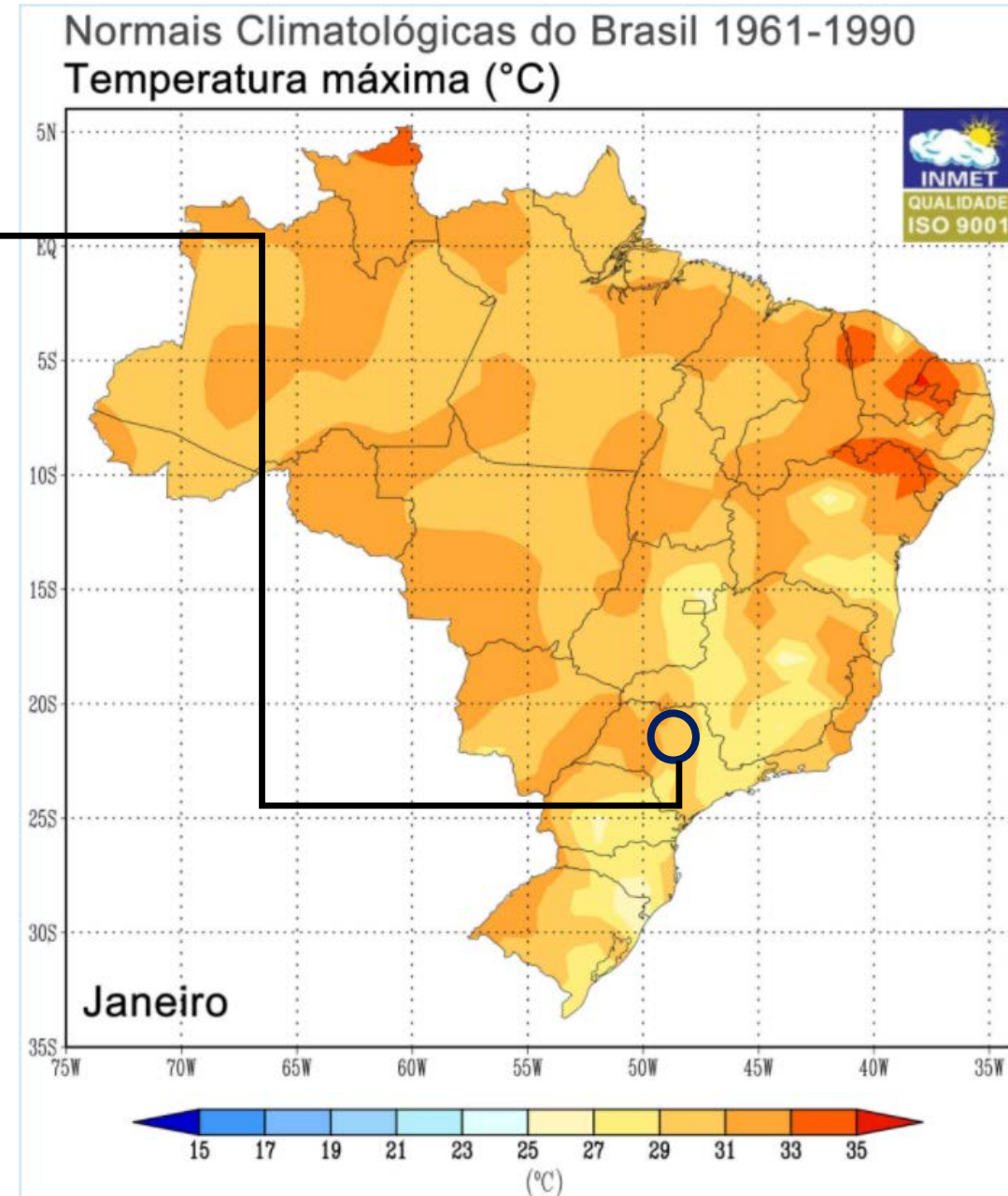
$$Wp' = \frac{100 + (-0,41 * 35)}{100} * 270 = 231,25W$$

$$Vmp' = \frac{100 + (-0,31 * 60)}{100} * 30,8 = 25,07V$$

$$Isc' = \frac{100 + (0,053 * 60)}{100} * 9,32 = 9,62A$$

$$Voc' = \frac{100 + (-0,31 * -25)}{100} * 37,9 = 40,84V$$

31 °C



B1) Arranjo fotovoltaico:

Cálculo da irradiação média mensal para a inclinação real (10°)

| | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez | Média |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Irradiação 0° | 5,64 | 5,93 | 5,17 | 4,80 | 4,11 | 3,92 | 4,12 | 4,93 | 5,00 | 5,52 | 5,74 | 6,08 | 5,08 |
| Fator correção 10° | 0,98 | 1,00 | 1,05 | 1,07 | 1,09 | 1,09 | 1,08 | 1,06 | 1,03 | 1,00 | 0,98 | 0,97 | - |
| Irradiação corrigida | 5,53 | 5,93 | 5,43 | 5,14 | 4,48 | 4,27 | 4,45 | 5,22 | 5,15 | 5,52 | 5,62 | 5,89 | 5,22 |

A irradiação média diária (Imd) é igual a 5,22 kWh/m².dia

Para o rendimento do sistema, levou-se em consideração as seguintes perdas:

- 1 – Sombreamentos parciais: valor considerado neste projeto de 5%;
- 2 – Sujeira: valor considerado neste projeto de 2%;
- 3 – Tolerância de Potência: não considerado neste projeto (módulos com tolerância positiva);
- 4 – *Mismatching*: valor considerado neste projeto de 2%;
- 5 – Perdas no Cabeamento: valor considerado de 1% para cada circuito (CC e CA – total de 2%);
- 6 – Perdas no MPPT: valor considerado neste projeto de 2%;



$$\eta_{\text{sistema}} = 87\% = 0,87$$

B1) Arranjo fotovoltaico:

Cálculo da energia diária gerada por cada painel fotovoltaico (Epd)

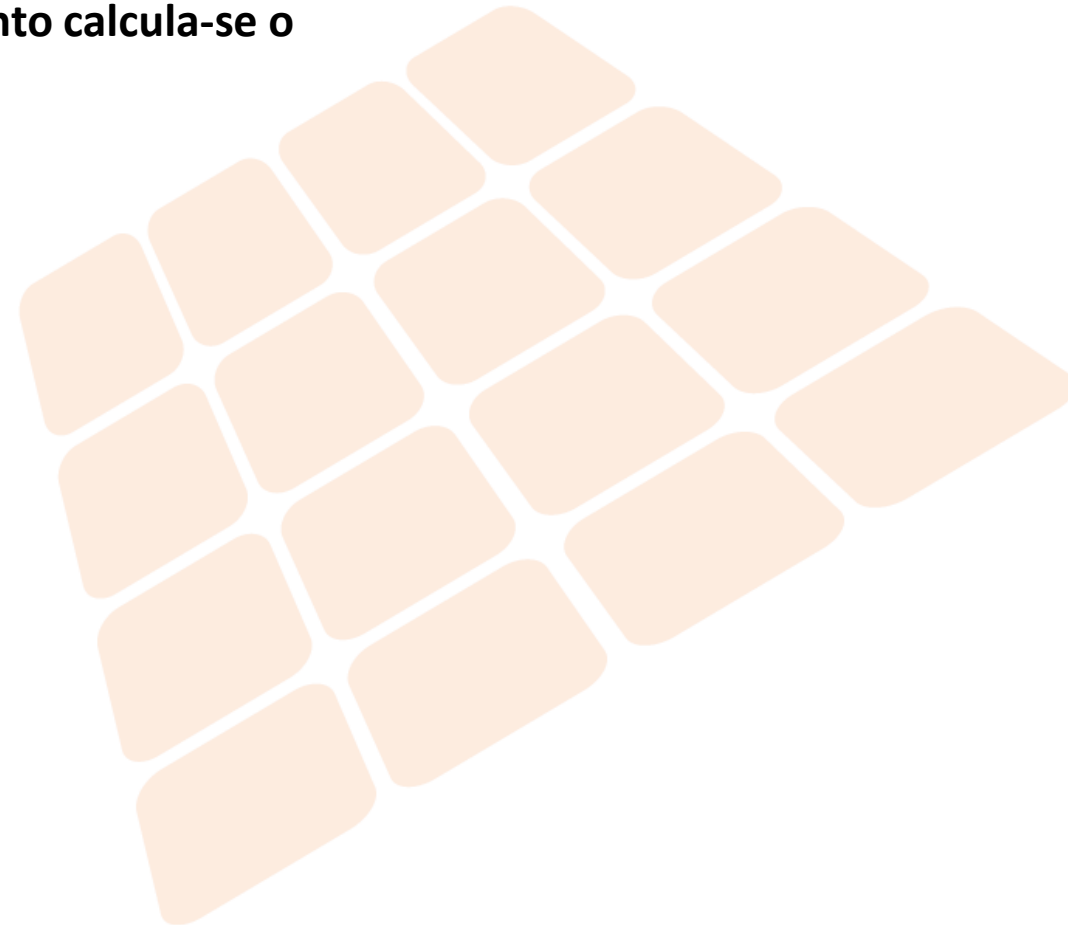
$$Epd = Wp' * \eta_{sistema} * Imd = 231,25 * 0,87 * 5,22 = 1,05 \text{ kWh/dia}$$

Precisa-se de um sistema capaz de gerar 20,75 kWh/dia, portanto calcula-se o número de painéis:

$$Np = \frac{Epd}{Emd} = \frac{20,75}{1,05} \cong 20 \text{ paineis}$$

Quanto o arranjo de painéis gerarão em média no mês?

$$Eam = Np * Epd * 30 = 630 \text{ kWh/mês}$$



B2) Inversor e conexão do arranjo fotovoltaico:

Número mínimo de strings:

$$V_{oc', total} = 20 * 40,84 = 816 V$$

$$N_s = \frac{816}{600} = 1,36 \Rightarrow 2 \text{ strings}$$

2 strings de 10 painéis em cada entrada MPPT:

$$V_{oc', total} = 10 * 40,84 = 408,4V$$

$$V_{mp', total} = 10 * 25,07 = 250,7V$$

$$I_{sc', string} = 9,62A$$

$$I_{sc', total} = 19,24A$$

$$W_{p', total} = 4602,5W$$

$$W_{p', string} = 2301,25W$$

| | UNO-DM-5.0 |
|---|--|
| Input | |
| Absolute maximum input voltage ($V_{max,abs}$) | 600 V |
| Input activation voltage (V_{start}) | 200 V (adj. 120...350 V) |
| DC input voltage operating range ($V_{dcmin}...V_{dcmax}$) | |
| Rated input DC voltage (V_{dcr}) | 360 V |
| Rated input DC power (P_{dcr}) | 5150 W |
| Number of independent MPPTs | 2 |
| Maximum Input power for each MPPT ($P_{MPPTmax}$) | 3500 W |
| DC input voltage range ($V_{MPPT min} ... V_{MPPT max}$) with parallel configuration of MPPT at P_{acr} | 145...530 V |
| DC power limitation with parallel configuration of MPPT | |
| DC power limitation for each MPPT with independent configuration of MPPT at P_{acr} , max unbalance example | 3500 W [200V≤V _{MPPT} ≤530V] other channel: P _{dcr} -3500W [90V≤V _{MPPT} ≤530V] |
| Maximum DC input current ($I_{dc max}$) / for each MPPT ($I_{MPPTmax}$) | 38 A/19.0 A |
| Maximum return current (AC side vs DC side) | cuit) |
| Maximum short circuit current ($I_{sc max}$) / for each MPPT | 22.0 A / 44.0 A |
| Number of input DC connection pairs for each MPPT | |
| DC connection type | |
| Type of PV panels connected in input in accordance with Standard IEC 61730 | |

Este modelo de inversor atende os requisitos do sistema

B3) Cabeamento e proteção:

Temos que por string:

$$V_{oc', string} = 10 * 40,84 = 408,4V$$

$$V_{mp, string} = 10 * 30,8 = 308V$$

$$I_{sc', string} = 9,62A$$

$$I_{mp, string} = 8,75A$$

$$W_p = 10 * 270 = 2700W$$



B3) Cabeamento e proteção:

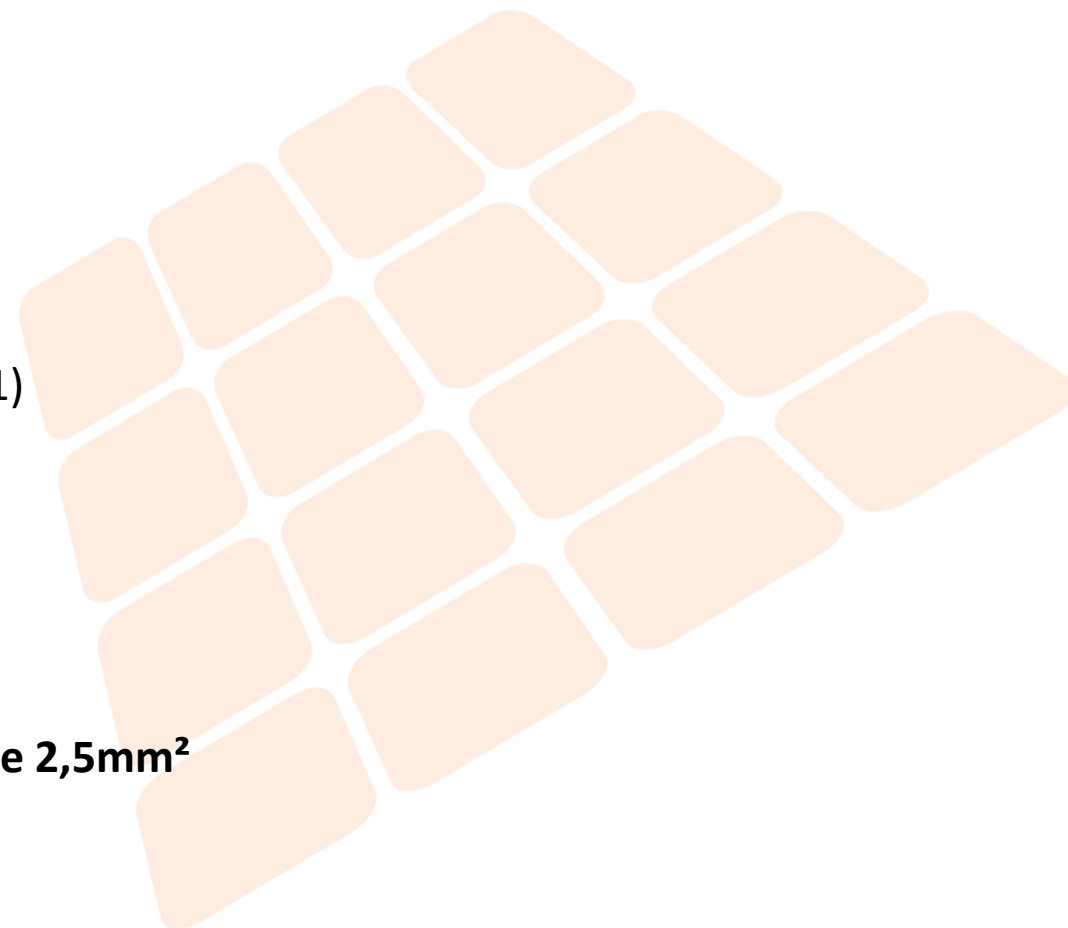
O cálculo da bitola do cabo é dada por:

$$S_{mm^2} = \frac{2 * L * I_{cabo}}{\sigma * QV * V_{string}}$$

- S_{mm^2} => Seção do cabo em mm^2
- L => Distância percorrida pelo cabo
- I_{cabo} => Corrente que circulará no cabo
- σ => Condutividade do cabo (Cobre = 56 / Alumínio = 32)
- QV => Máxima queda de tensão permitida (utilizar 1% = 0,01)
- V_{string} => Tensão em máxima potência do string

$$S_{mm^2} = \frac{2 * L * I_{cabo}}{\sigma * QV * V_{string}} = \frac{2 * 10 * 8,75}{56 * 0,01 * 308} \cong 1mm^2$$

Para sistemas fotovoltaicos deve-se utilizar **no mínimo** cabos de $2,5mm^2$



B3) Cabeamento e proteção:

O cálculo da DPS é dado por:

$$U_c > Voc', string * 1,25 \Rightarrow U_c > 510,5V$$

$$U_p < OVCinversor$$

- U_c => Tensão máxima contínua do DPS
- U_p => Tensão residual do DPS (nível de proteção)
- **OVCinversor** => Tolerância a surtos do inversor
- Deve ser de no mínimo classe II



B3) Cabeamento e proteção:

Modelo escolhido DPS:



| Características Técnicas | Unid. | CLAMPER Solar | | | | | | | |
|--|-----------------|--|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|------------|----------------|
| Normas aplicáveis | - | IEC 61643-11 e IEC 61643-31 | | | | | | | |
| Modelos | - | 150V 40KA | | 300V 40KA | | 600V 40KA | | 1000V 40KA | |
| Código Clamper | - | 012337 | 012336 | 012334 | 012335 | 012333 | 012332 | 012331 | 012330 |
| Modos de proteção | - | L+ / PE, L- / PE (modo comum), L+ / L- (modo diferencial) | | | | | | | |
| Tecnologia de proteção | - | Varistor de Óxido de Zinco (MOV) | | | | | | | |
| Tempo de resposta típico | ns | <25 | | | | | | | |
| Proteção térmica dos varistores | - | Sim | | | | | | | |
| Tensão máxima de operação contínua - U_{CPV} | Vcc | 150 | 300 | 600 | 1000 | | | | |
| Corrente de descarga nominal @ 8/20 μ s - I_n | kA | 10 | | | | | | | |
| Corrente de descarga máxima @ 8/20 μ s - $I_{m\acute{a}x}$ | kA | 20 | | | | | | | |
| Corrente de descarga total @ 8/20 μ s - I_{total} | kA | 40 | | | | | | | |
| Nível de proteção - U_p (L+ / L-) | kV | 0,8 | 1,6 | 2,4 | 5,0 | | | | |
| Tensão residual @ 5kA (L+ / L-) | kV | 0,6 | 1,4 | 2,2 | 4,0 | | | | |
| Nível de proteção - U_p (L+ / PE) ; (L- / PE) | kV | 0,4 | 0,8 | 1,2 | 2,5 | | | | |
| Classe de teste | - | II | | | | | | | |
| Seção dos condutores | mm ² | 4 a 25 | | | | | | | |
| Sinalização de status | - | Local | Local e Remota | Local | Local e Remota | Local | Local e Remota | Local | Local e Remota |
| Parâmetros elétricos dos contatos de sinalização remota | - | NA-C-NF 300V/10A máx* | | | | | | | |
| Seção transversal do cabo dos contatos de sinalização remota | mm ² | N/A | 0,5 a 1,5 | N/A | 0,5 a 1,5 | N/A | 0,5 a 1,5 | N/A | 0,5 a 1,5 |
| Temperatura de operação | °C | -40...+70 | | | | | | | |
| Invólucro | - | Material com características de não propagação e auto-extinção do fogo | | | | | | | |
| Grau de proteção | - | IP 20 | | | | | | | |
| Peso aproximado | g | 313 | 317 | 322 | 326 | 335 | 331 | 351 | 355 |
| Dimensões | mm | 90,6 x 53 x 66 (C x L x A) / 94,6 x 53 x 66 (C x L x A)** | | | | | | | |

B3) Cabeamento e proteção:

O cálculo do fusível é dado por:

$$I_{sc', string} * 1,25 < I_{fusível} < I_{max, fusível, módulo}$$

$$12,02A < I_{fusível} < 15A$$

$$V_{fusível} > V_{oc', string}$$

$$V_{fusível} > 408,5V$$

ELECTRICAL DATA | STC*

| CS6P | 260P | 265P | 270P |
|------------------------------|---|---------|---------|
| Nominal Max. Power (Pmax) | 260 W | 265 W | 270 W |
| Opt. Operating Voltage (Vmp) | 30.4 V | 30.6 V | 30.8 V |
| Opt. Operating Current (Imp) | 8.56 A | 8.66 A | 8.75 A |
| Open Circuit Voltage (Voc) | 37.5 V | 37.7 V | 37.9 V |
| Short Circuit Current (Isc) | 9.12 A | 9.23 A | 9.32 A |
| Module Efficiency | 16.16 % | 16.47 % | 16.79 % |
| Operating Temperature | -40°C ~ +85°C | | |
| Max. System Voltage | 1000 V (IEC) or 1000 V (UL) | | |
| Module Fire Performance | TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730) | | |
| Max. Series Fuse Rating | 15 A | | |
| Application Classification | Class A | | |
| Power Tolerance | 0 ~ + 5 W | | |

Modelo escolhido Fusível:

...: Fusível - C - 10x38KFF

Código: C - 10x38KFF

Dimensional: 10x38

IN: 100 mA / 63 A

Tensão: 500V

Construção: Tubo cerâmico / Capacete latão niquelado / Liga especial.

Ação: Ultra Rápido. (FF)

Capacidade de Interrupção: Alta.

Norma / Especificação: NBR 5372 / IEC 127

Fusível pode ser Fabricado com Solda sem Chumbo

E Especificação

F Foto



In: 15A

B3) Cabeamento e proteção:

O cálculo do porta-fusível é dado por:

$$IP_{fusível} > Ifusível$$

$$IP_{fusível} > 15A$$

$$VP_{fusível} > V_{fusível}$$

$$VP_{fusível} > 500V$$

Modelo escolhido Porta-Fusível:

Base para Fusível (instalação DPS):



Códigos

Modelo

| | |
|-------|-----------------------|
| BF32 | Base Fusível - 32A |
| BF63 | Base Fusível - 63A |
| FUS32 | Fusível - 32A - 10X38 |
| FUS63 | Fusível - 63A - 10X38 |

V_{max} = 660V

B3) Cabeamento e proteção:

A chave seccionadora deve ser capaz de suportar a SOMA da corrente de todos os strings com uma folga de 40%, ou seja:

$$I_{\text{Seccionadora}} > 1,4 * I_{\text{total}}$$

$$I_{\text{Seccionadora}} > 1,4 * (2 * I_{\text{sc}' , \text{string}})$$

$$I_{\text{Seccionadora}} > 1,4 * (2 * 9,62)$$

$$I_{\text{Seccionadora}} > 27A$$

Ela também deve ser capaz de suportar a tensão dos strings:

$$V_{\text{seccionadora}} > V_{\text{oc}' , \text{string}}$$

$$V_{\text{seccionadora}} > 408,5V$$



B3) Cabeamento e proteção:

Modelo escolhido Seccionadora:



Fabricante: ABB
Modelo: OT40F3
Vmax: 750V
In: 40A

