

CÁLCULO DA SECÇÃO DO CONDUTOR NUMA INSTALAÇÃO FOTOVOLTÁICA



Utilizando dados que encontramos no documento técnico de um painel fotovoltaico calculamos a secção do condutor necessária numa linha de um parque solar de 100 kW.

Suponhamos um parque solar com as seguintes características:

- Localização: Valência (Espanha)
- Modo instalação painéis: fixos com inclinação de 30 ° e orientação Sul
- Número de painéis em série ("string"): 16
- Número de ("strings"): 33
- Temperatura ambiente máxima: 50 °C



Cabo Tecsun (PV) (AS) especialmente estudado para instalações fotovoltaicas. 30 anos de vida útil. Manutenção zero

Cabo a utilizar:

- Tecsun (PV) (AS) (cabo especial para fotovoltaica, vida útil 30 anos, manutenção zero)

Sistema de instalação

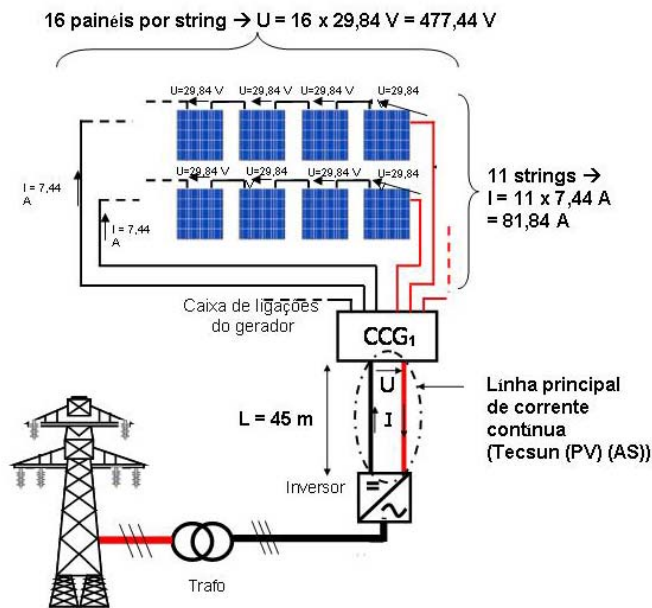
- Em esteira à intempérie (sem influência térmica de outros circuitos à sua volta)

Dados de cada painel:

- Potência nominal: 222 W
- Corrente no ponto de máxima potência: $I_{pmp} = 7,44$ A
- Tensão no ponto de máxima potência: $U_{pmp} = 29,84$ V
- Corrente de curto-circuito: $I_{cc} = 7,96$

Potência do inversor = potência nominal da instalação: 100 kW

Potência de pico da instalação: $16 \times 33 \times 222$ W = 117216 W = 117,216 kW

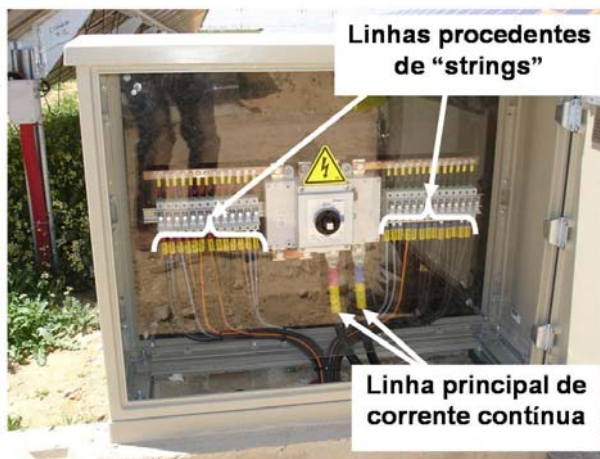


Realiza-se uma divisão em três partes iguais (1, 2 y 3) de **11 "strings" de 16 painéis** cada um para agrupar em três caixas de ligações (CCG₁, CCG₂ y CCG₃) os cabos procedentes de cada "string" (ver figura para CCG₁).

Centrar-nos-emos na linha principal de corrente contínua que liga a caixa de ligações do gerador CCG₁ com o inversor. Esta linha recolhe as correntes geradas por cada "string" e canaliza-as até ao inversor com dois condutores a fim de poupar custos de cabos canalizações, mão-de-obra, etc.

Calculamos a tensão e a intensidade no ponto de máxima potência para obter a secção do cabo a usar:

Como os painéis estão ligados em série em cada "string" a tensão de cada "string", e portanto a da linha principal de corrente contínua, será a soma das tensões no ponto de máxima potência de cada painel.



Caixa de ligações do gerador (CCG)

$$U = U_{pmp} \times 16 = 29,84 \times 16 = 477,44 \text{ V}$$

E igualmente a intensidade da linha será o produto das intensidades no ponto de máxima potência de cada painel multiplicado pelo número de "strings" (como sabemos os painéis em série são percorridos pela mesma intensidade).

$$I = I_{pmp} \times 11 = 7,44 \times 11 = 81,84 \text{ A}$$

Agora já temos os dados de partida para obter a secção do condutor:

Critério da intensidade admissível

A intensidade máxima que em regime permanente vai circular pelo cabo vai ser 81,84 A.

Como a linha recebe a acção solar directa por estar à intempérie e para além disso a temperatura ambiente é de 50 °C superior ao "standard" de 30 °C para que estão calculadas as intensidades da tabela 52-C11 de instalações ao ar das Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão, devemos aplicar também coeficientes de correcção por estes motivos.



Instalação solar com painéis fixos

A tabela 52-D1 para temperatura ambiente de 50 °C y cabo tipo Tecsun (termo estável) dá-nos um coeficiente de 0,82.

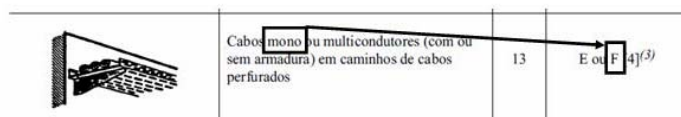
Para instalações expostas ao sol directamente aconselha-se aplicar o coeficiente 0,9. Pelo que aplicando todos os coeficientes temos:

$$I' = 81,84 / (0,82 \times 0,9) = 110,9 \text{ A}$$

110,9 A é o valor corrigido com o que devemos ir à tabela 52-C11 para obter a secção. A intensidade inicial é de 81,84 A mas como estamos numa instalação a 50 °C de temperatura ambiente e exposta ao sol aplicam-se os coeficientes de correcção 0,82 y 0,9 porque a nossa instalação difere do "standard" de intensidades obtidas na tabela seguinte que corresponde a valores de 30 °C de temperatura ambiente e à sombra.

Por se tratar de uma instalação em esteira tipo grelha o sistema de instalação é tipo F (Regras Técnicas, pág. 62) e ao ser uma instalação monofásica com cabo Tecsun (PV) (AS), termo estável de cobre (estanhado), devemos ver a coluna dos condutores carregados o que nos leva à secção de 25 mm² (ver tabela de intensidades máximas admissíveis 52-C11, Regras Técnicas, pág. 106).

Secção por intensidade admissível = 25 mm²



Extracto da tabela de formas de instalação 52H (R.T.I.E.B.T., pág. 62).

Secção nominal dos condutores (mm²)	Cabos multicondutores		Cabos monoscondutores				
	Dois condutores carregados (1)	Três condutores carregados (1)	Dois condutores carregados	Três condutores carregados em triângulo	Três condutores carregados em estrela	Com afastamento (2)	
						Horizontal	Vertical
Md. ref. →	E	E	F	F	F	G	G
Código →	1	2	3	4	5	6	7
1,5	26	23	-	-	-	-	-
2,5	36	32	-	-	-	-	-
4	49	42	-	-	-	-	-
6	63	54	-	-	-	-	-
10	86	75	-	-	-	-	-
16	115	100	-	-	-	-	-
25	149	127	161	135	141	182	161
35	185	158	200	169	176	226	201
50	225	192	242	207	216	275	246
70	289	246	310	268	279	353	318
95	352	298	377	328	342	430	389
120	410	346	437	383	400	500	454
150	473	399	504	444	464	577	527
185	542	456	575	510	533	661	605
240	641	538	679	607	634	781	719
300	741	621	783	703	736	902	833
400	-	-	940	823	868	1 085	1 008
500	-	-	1 083	946	998	1 253	1 169
630	-	-	1 254	1 088	1 151	1 454	1 362

(1) - Para S ≤ 16 mm², admite-se que os condutores em de secção circular e para S > 16 mm², de secção sectorial (aplicável também a condutores de secção circular).
(2) - Afastamento não inferior ao diâmetro exterior do cabo monoscondutor (D_{se}).

Tabela de intensidades máximas admissíveis 52-C11 (R.T.I.E.B.T., pág. 106)

Critério da queda de tensão

Suponhamos que na linha objecto do nosso cálculo limitamos a queda de tensão a 1 %. Pelo que a nossa queda de tensão máxima é:

$$e = 0,01 \times 477,44 \text{ V} = 4,77 \text{ V}$$

$$\text{Aplicando valores: } S = \frac{90 \times 81,84}{46,82 \times 4,77} = 32,98 \text{ mm}^2 \rightarrow \mathbf{35 \text{ mm}^2}$$

Por tanto a **secção resultado é de 35 mm²** ao ser a maior dos 2 critérios (intensidade admissível e queda de tensão). A fórmula com a qual obteremos a secção pelo critério da queda de tensão é a seguinte (o mesmo que em alterna

monofásica com $\cos \varphi = 1$): $S = \frac{L \cdot I}{\gamma \cdot e}$, onde:

L: Comprimento da linha (positivo + negativo) → $2 \times 45 = 90 \text{ m}$

I: intensidade nominal → $81,84 \text{ A}$

γ : condutividade do cobre (a 70°C *) → $46,82 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$

e: queda de tensão máxima em → $4,77 \text{ V}$

* Tomamos 70°C como valor aproximado ao partir de um ambiente de 50°C aumentado pelo aquecimento do condutor por efeito Joule. (A hipótese mais desfavorável para regime permanente seria tomar o valor de 90°C quando a instalação recebesse uma radiação de $1000 \text{ W}/\text{m}^2 \rightarrow \gamma = 44 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$)

Os cabos Tecsun (PV) (AS) da Prysmian estão estudados para uma manutenção zero e por isso suportam uma vida útil de 30 anos nas condições das centrais fotovoltaicas, instalá-los é uma garantia inultrapassável.

Nota: realizando os cálculos para obter a intensidade da secção de 16 mm^2 obtemos $I = 20,8 \times 16^{0,636} = 121,31 \text{ A}$ ($> 110,9 \text{ A}$) pelo que a secção de 16 mm^2 seria suficiente pelo critério da intensidade admissível ainda que a sua intensidade admissível não esteja tabelada. Ver procedimento de cálculo da intensidade admissível na página 94 das R.T.I.E.B.T.