

ESERCIZIO 2

Dimensionamento di un impianto allacciato alla rete elettrica

Dati:

Un cliente ha un tetto a falda inclinato a 25° , orientato SUD, senza ombre, di dimensioni utili 10m x 4m, con protezione contro i fulmini.

Obiettivi:

Il cliente chiede di costruire un impianto collegato alla rete elettrica, con il massimo di potenza possibile, utilizzando moduli ASE-100-GT-FT/K (vedi scheda tecnica allegata).

Determinare :

- _ N° massimo di moduli installabili , P_{nom} max.
- _ Configurazione elettrica del cablaggio serie – parallelo delle stringhe e dei moduli
- _ Scelta dell'inverter in funzione della configurazione scelta (P_n , serie-parallelo, T, ecc...)
- _ Produzione stimata annua E_a (con $H_a=1325$ kWh/m².anno)
- _ Rendimento delle celle e rendimento del modulo
- _ Schema di principio con indicazione delle protezioni alle sovratensioni

Esercizio 2 , soluzioni

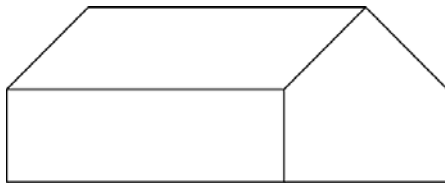
Dati:

- _ tetto a falda inclinato 25°
- _ orientamento sud
- _ dimensione 10 m x 4 m, libero da camini e lucernari
- _ il cliente desidera la potenza massima installabile utilizzando moduli ASE-100-GT-FT/K (vedi scheda tecnica allegata)
- _ produzione stimata annua $E = ?$ con $(H_{25^\circ \text{inclin.}} \cong 1325 \text{ kWh} / \text{m}^2 \text{ anno})$

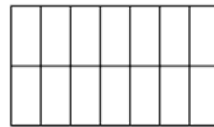
Determinare:

- _ numero di moduli installabili e $P_{n_{\max}}$
- _ configurazione elettrica serie – parallelo
- _ scelta dell'inverter f (P_n , serie – parallelo, T, ...)
- _ η celle, η modulo
- _ schema di principio

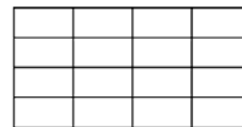
Soluzione:



Disposizione B



Disposizione A



Area tetto utilizzabile: 10 m x 4 m, $A = 40 \text{ m}^2$, due modi di disposizione dei moduli (644 x 1282 mm)

Disposizione A :

Lato lungo: $\frac{10\text{m}}{1.282} = 7.8 \Rightarrow \text{massimo } 7 \text{ pezzi} , l_{\text{mass.}} = 7 \cdot 1282 \cong 9\text{m}$

restano 50 cm ad ogni lato, **Ok**

Lato corto: $\frac{4\text{m}}{0.644} = 6.2 \Rightarrow \text{massimo } 6 \text{ pezzi} , h_{\text{mass.}} = 6 \cdot 0644 \cong 3.85\text{m}$

restano 7-8 cm su ogni lato, al limite, ma **Ok**

Moduli totali: $6 \cdot 7 = \mathbf{42 \text{ moduli}}$ ($42/3 = 14$, $42/2 = 21$, $42/6 = 7$)

Disposizione B :

$$\text{Lato lungo: } \frac{10m}{0.644} = 15.52 \Rightarrow \text{massimo 15 pezzi} , l_{mass.} = 15 \cdot 0.644 \cong 9.66m$$

restano 15-17 cm ad ogni lato, al limite, ma **Ok**

$$\text{Lato corto: } \frac{4m}{1.282} = 3.12 \Rightarrow \text{massimo 3 pezzi} , h_{mass.} = 3 \cdot 1.282 \cong 3.846m$$

restano 7-8 cm su ogni lato, al limite, ma **Ok**

Moduli totali: $3 \cdot 15 = \mathbf{45 \text{ moduli}}$ ($45/3 = 15$, $45/5 = 9$)

Scegliamo la versione con il numero maggiore di moduli: Numero moduli = 45

$$P_{n_{max}} = 45 \cdot 100 \text{ W/modulo} = \mathbf{4.5 \text{ kW}} \text{ nom}_{max}$$

Configurazione elettrica dei moduli in stringhe e numero in serie, per esempio: 3 stringhe da 15 moduli in serie, $P_{n_{tot}} = 4.5 \text{ kW}$

$$V_{oc@-20^\circ} = 15 \cdot \left[\underbrace{42.5 - 42.5 \cdot (0.38\%) \cdot \Delta T}_{49.76V} \right] = 746 \text{ V} \quad \Delta T = 25^\circ - T = 25 - (-20) = 45^\circ \text{C}$$

Attenzione : Siamo appena appena $< U_{max}$ sistema = 750 V_{DC}

$$U_{mpp@+70^\circ} = 15 \cdot \left[\underbrace{34.5 - 42.5 \cdot (-0.38\%) \cdot \Delta T}_{27.23} \right] = 408 \text{ V} \quad \Delta T = 25^\circ - T = 25 - 70^\circ = -45^\circ \text{C}$$

Correnti:

$$I_{mpp \text{ max}@25^\circ} = 2.9 \cdot 3 = 8.7 \text{ A} @_{STC}$$

$$I_{mpp \text{ max}@70^\circ} = [2.9 - (0.1\% \cdot 2.9 \cdot \Delta T)] \cdot 3 = \{2.9 - [0.1\% \cdot 2.9 \cdot (-45)]\} \cdot 3 = 9.1 \text{ A}_{max}$$

Scelta inverter:

Primo esempio:	SB 4200 TL MS	(Trafo Loss – Multi String)
	Stringa 1	$I_{mpp} = 2.9 \text{ A}$ $P_A = 1.5 \text{ kW}$ $I_{max} 7.5 \text{ A}$
	Stringa 2	$I_{mpp} = 5.8 \text{ A}$ $P_B = 3.0 \text{ kW}$ $I_{max} 7.5 \text{ A}$
		$P_{tot} = 4.5 \text{ kW}$

Potenza nominale inverter $\geq 0.8 \cdot P_{n_{tot}} = 3.6 \text{ kW}$,

$$P_{AC \text{ nom}} = 4.2 \text{ kW} > 3.6 \text{ kW} \text{ **Ok**}$$

Altri inverter:

per esempio (senza trafo) (fuori produzione?)	CONVERT 4000 $P_{ac_{max}} = 4 \text{ kW}$	$U_{mpp} = 400 \dots 800 \text{ V}$ $I_{mpp_{max}} = < 10 \text{ A}$
oppure (senza trafo)	Solar Max 4000 C $P_{ac_{max}} = 3.8 \text{ kW}$	$U_{mpp} = 400 \dots 800 \text{ V}$ $I_{mpp_{max}} = < 10 \text{ A}$
oppure	Platinum 4600 S $P_{ac_{max}} = 4.1 \text{ kW}$	$U_{mpp} = 300 \dots 750 \text{ V}$, $U_{oc_{max}} = 750 \text{ V}$
oppure (senza trafo) Va bene, ma è molto potente, non è sfruttato bene	IPG 5000 $P_{ac_{max}} = 5 \text{ kW}$	$U_{mpp} = 220 \dots 750 \text{ V}$, $U_{oc_{max}} = 800 \text{ V}$ $I_{mpp_{max}} = < 16 \text{ A}$
oppure (senza trafo)	Solplus 35 $P_{ac_{max}} = 4 \text{ kW}$	$U_{mpp} = 330 \dots 750 \text{ V}$, $U_{oc_{max}} = 850 \text{ V}$ $I_{mpp_{max}} = < 11.1 \text{ A}$
oppure (senza trafo) Va bene, ma è "tiratissimo", andrà spesso in limitazione	IPG 4000 $P_{ac_{max}} = 3.8 \text{ kW}$	$U_{mpp} = 220 \dots 750 \text{ V}$, $U_{oc_{max}} = 800 \text{ V}$ $I_{mpp_{max}} = < 16 \text{ A}$
oppure (senza trafo) Va bene, ma è molto potente, non è sfruttato bene	STW 4600 C $P_{ac_{max}} = 5 \text{ kW}$	$U_{mpp} = 220 \dots 750 \text{ V}$, $U_{oc_{max}} = 800 \text{ V}$ $I_{mpp_{max}} = < 16 \text{ A}$
oppure (senza trafo) Va bene, ma è molto potente, non è sfruttato bene	Sunways NT 5000 $P_{ac_{max}} = 5 \text{ kW}$	$U_{mpp} = 350 \dots 750 \text{ V}$, $U_{oc_{max}} = 850 \text{ V}$ $I_{mpp_{max}} = < 13 \text{ A}$
oppure (senza trafo) Va bene, ma è "tiratissimo", andrà spesso in limitazione	STW 3400 C $P_{ac_{max}} = 3.8 \text{ kW}$	$U_{mpp} = 220 \dots 750 \text{ V}$, $U_{oc_{max}} = 800 \text{ V}$ $I_{mpp_{max}} = < 16 \text{ A}$

Configurazione con 5 stringhe da 9 moduli in serie

$$V_{OC@-20^{\circ}C} = 9 \cdot \left[42.5 - \underbrace{42.5 \cdot (-0.38\%) \cdot \Delta T}_{7.2675} \right] = 9 \cdot 49.76 = 448V < U_{max\ sistema} = 750V_{DC} \quad \Delta T = 45^{\circ}C$$

$$V_{mpp@70^{\circ}C} = 9 \cdot \left[34.5 - \underbrace{42.5 \cdot (-0.38\%) \cdot \Delta T}_{7.2675} \right] = 9 \cdot 27.23 = 245V \quad \Delta T = -45^{\circ}C$$

Correnti:

$$I_{mpp \max 25^\circ} = 5 \cdot 2.9 A = 14.5 A$$

$$V_{mpp \max 70^\circ} = 5 \cdot \left[2.9 - \underbrace{(0.1\% \cdot 2.9 \cdot \Delta T)}_{-0.1305} \right] = 5 \cdot 3.03 \cong 15.15 A_{\max} \quad \Delta T = -45^\circ C$$

Scelta inverter:

Produzione annua stimata :

$$E_{AC} \cong P_n \cdot H_{inc} \cdot PR \cdot \frac{1}{G} = 4770 \text{ [kWh/anno]}$$

$$H_{inc 25^\circ} = 1325 \text{ kWh/m}^2 \cdot a$$

$$H_{horiz 0^\circ} = 1190 \text{ kWh/m}^2 \cdot a$$

$$H_{inc 45^\circ} = 1300 \text{ kWh/m}^2 \cdot a$$

Formuletta facile per inclinazioni tra 25° e 40° e con orientamento a SUD , (regione Ticino)

$$E_{AC \text{ annuale}} \cong 1100 \left[\frac{\text{kWh}}{\text{kWp} \cdot \text{anno}} \right]$$

Rendimento celle :

$$\text{Area}_{\text{cella}} = 100\text{mm} \times 100\text{mm} = 100 \text{ cm}^2$$

$$P_{\text{cella}} = 100\text{W} / 72 \text{ celle} = 1.39 \text{ [W/cella] @STC}$$

dove STC = Standard Test Conditions ($T_{\text{cella}} = 25^\circ C$ e $H_{inc} = 1000\text{W/m}^2$)

$$\eta_{\text{cella}} = \frac{1.39 \text{ [W]}}{0.01 \text{ [m}^2] \cdot 1000 \text{ [W/m}^2]} = \mathbf{13.9\%}$$

Rendimento modulo :

$$\text{Area}_{\text{modulo}} = 644\text{mm} \times 1282\text{mm} = 0.8256 \text{ m}^2$$

$$\eta_{\text{modulo}} = \frac{100 \text{ [W]}}{0.8256 \text{ [m}^2] \cdot 1000 \text{ [W/m}^2]} = \mathbf{12.1\%}$$