

Cosa non fare! ... e cosa fare.

Ing. Domenico Chianese
SUPSI, DACD, ISAAC-TISO
domenico.chianese@supsi.ch

Tipi di errori

- **Errori tecnici**

- Errori di progettazione
- Errori di installazione

- **Errori d'uso**

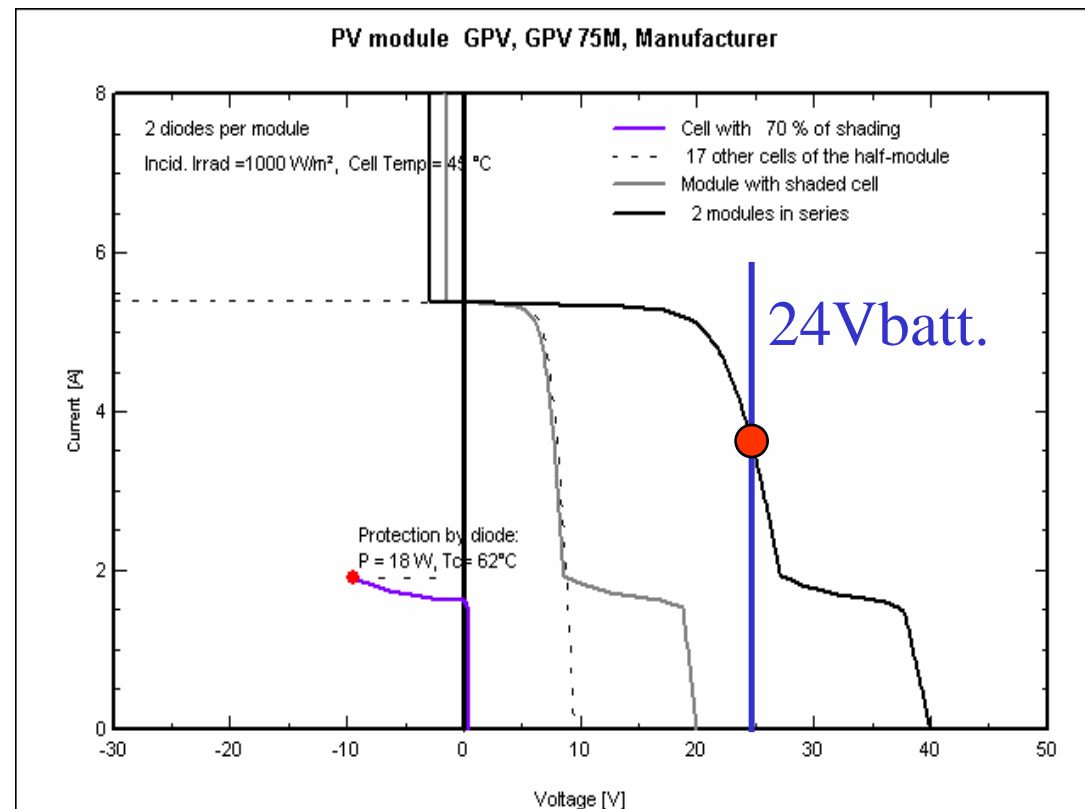
- Informazione corretta agli utenti: ev. fogli esplicativi.
- Le 'performance' di un impianto autonomo dipendono largamente dall'uso che se ne fa!

“Errori” tecnici più frequenti

- **Ombre parziali.**
- (Ventilazione dei moduli c-Si insufficiente.)
- Inclinazione e orientamento.
- Serie (e //): moduli dello stesso tipo.
- Serie e //: batterie dello stesso tipo e invecchiate insieme !
- Dimensionamento e posizione cavi.
- Utilizzatori inadatti/sovradimensionati/inutili.

Piccola **ombra** = grande perdita

- Le celle in un modulo standard sono in serie (36).
- Sistema a 12V = 36 c
- Sistema a 24V = 72 c
- Sistema a 48V = 144 c
- In impianti a bassa tensione (12V) la funz. del diodo By-pass è quella di proteggere il modulo \Rightarrow almeno 2 per modulo.



1 cella con 70% di ombra; 2 moduli in serie

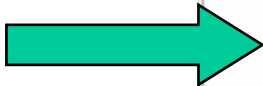
Ventilazione insufficiente: perdite nei moduli PV

- **Coefficienti di temperatura = $f(G)$**
- Riflessioni (angolo d'incidenza elevato)
- Comportamento a basso irraggiamento
- Risposta spettrale
- Altre perdite ...

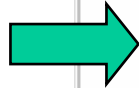
Inclinazione e orientamento: Fattore di Trasposizione (FT)

Valutazione **rapida** dell'effetto del posizionamento dei moduli su H

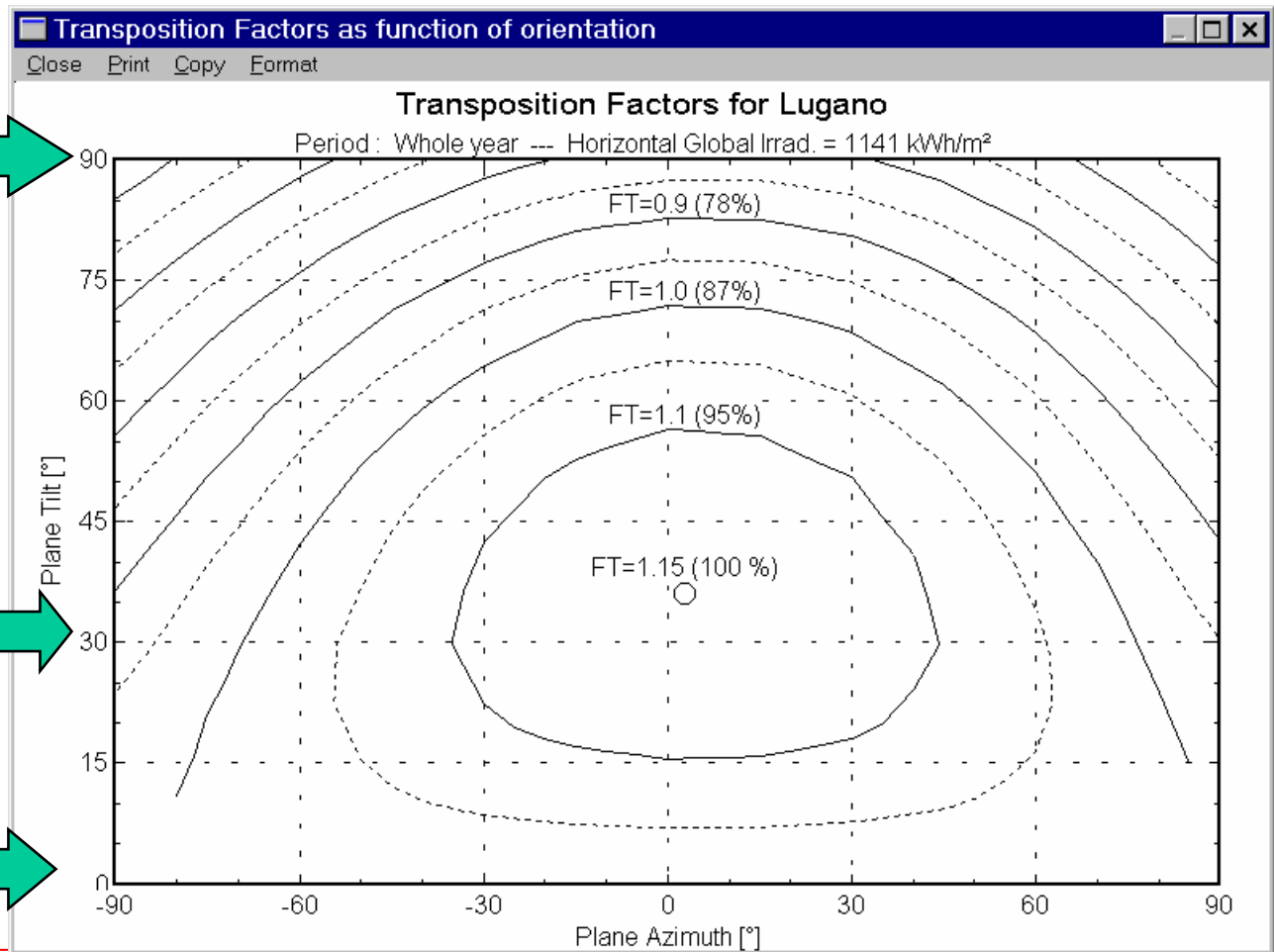
Facciata



Tetto falda 30°



Tetto piano
SUPSI



Inclinazione ottimale per energia solare incidente massima

Inclinazione	Anno	Estate	Inverno
0°	87%	94%	66%
20°	97%	100%	85%
35°	100%	98%	95%
55°	96%	90%	100%
70°	87%	78%	98%
90°	71%	59%	87%

>95% ⇒ **OPT** ± 20°

Inclinazione ottimale annuale per i moduli c-Si: **OPT + ca. 5°**

Moduli in serie (e // x rete):

- Mai collegare **in serie** moduli di tipo diverso: la corrente totale è quella del modulo con meno corrente!
- In un impianto autonomo, **senza MPPT**, la tensione è imposta dalla batteria: i.e. nessun problema per la connessione in //.
- Diodo serie: $I = 1.5 * I_{serie}$
- Fusibile: $I = 2 * I_{serie}$

SUPSI



Batterie:

- Evitare il collegamento di batterie in parallelo; se necessario allora effettuare un collegamento diagonale!
- Collegare, in serie (o //), solo accumulatori **identici** tra loro e invecchiati ugualmente.
- Verifiche:
 - corrente di carica: $20 \leq C_n/I_c \leq 100$?
 - corrente di scarica: $C_n \geq 20 I_{outmax}$?
 - $I_c \leq I$ nominale carica regolatore ?
 - P_{max} uscita $\leq P_{max}$ out regolatore ?
- Proteggere la batteria: copertura poli, fusibili nelle immediate vicinanze.
- Controllo periodico dell'elettrolita.

Dimensionamento cavi

- $R_{20^{\circ}\text{C}} = \rho * L/A \quad [\Omega]$
 - dove $\rho_{rame} = \text{ca. } 0.0175 \text{ } [\Omega * \text{mm}^2/\text{m}]$
- $(R_{\text{cavo}} = R_{20^{\circ}\text{C}} * [1 + \alpha * (T-20)] \quad [\Omega])$
- $P_{\text{cavo}} = I^2 * R_{\text{cavo}}$

⇒ esempio: $I = 12\text{A}$; $L = 15 \text{ m}$;

⇒ $A = 10 \text{ mm}^2 \Rightarrow P_{\text{cavo}} = 3.78 \text{ W} \Rightarrow = 2.6\%$ di 144W

⇒ $A = 6 \text{ mm}^2 \Rightarrow P_{\text{cavo}} = 6.3 \text{ W} \Rightarrow = 4.4 \%$ di 144W

Posizione cavi

- Induttanza dei cavi:

- $I_{\text{cavo}} \Rightarrow$ campo magnetico
- Se è circolare (solenoidale) \Rightarrow tensione autoindotta
- L'induttanza del circuito di batteria dipende dalla posizione dei cavi!
- Es.: Cavo coassiale = \approx nessuna induttanza
- Es.: Cavo 100mm²; 5 m
 - ❖ $d=0$ $L_{\text{cavo}} = 3.3 \mu\text{H}$
 - ❖ $d=30 \text{ cm}$ $L_{\text{cavo}} = 6.0 \mu\text{H}$
 - ❖ $d=120 \text{ cm}$ $L_{\text{cavo}} = 9.0 \mu\text{H}$
- $V_L = L_{\text{cavo}} * di/dt \Rightarrow$ diminuzione del tempo di vita dei filtri(condensatori) d'entrata dell'ondulatore e $V_{\text{in}}=V_{\text{batt}}- V_L \Rightarrow$ diminuzione rendimento ond.

Cont'

Dimensionamento e posizione cavi

- Cavi batteria corti !
- Cavi batteria dimensionati correttamente.
- Cavi batteria il più vicino possibile tra loro.

Utilizzatori:

- **reali necessità:** le ipotesi si pagano!
- **uso sporadico:** lampade a filamento, ev. gen. aux.
- **uso frequente:** lampade a basso consumo.
- **uso costante:** !! stand-by, 'mangia-energia', consumatori nascosti !!
- Sopra i 300W d'uscita usare un ondulatore.
- Reinserimento manuale degli utilizzatori per uso dell'impianto sporadico.

Maximum Power Point Tracker

MPPT (o MPT)

(inseguitore del punto di massima potenza)

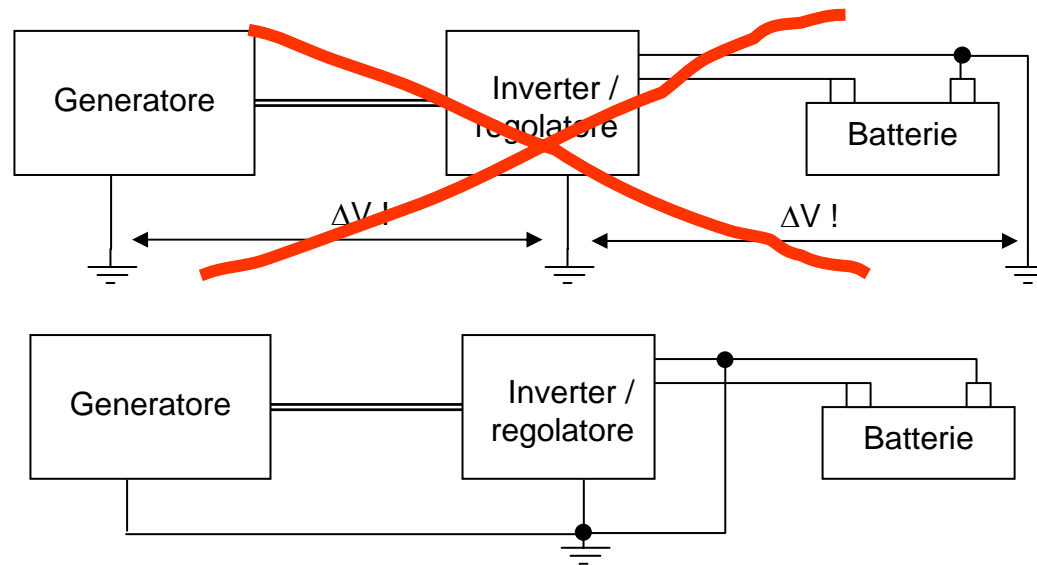
- **MPPT aumenta la produzione specialmente:**
 - in inverno,
 - con tempo brutto,
 - con batteria scarica.
- DC-DC \Rightarrow moduli in serie \Rightarrow cavi più fini.
- Fattore limitante: corrente d'uscita.
- Costo: da 2.50 CHF/W_{out} a 1.00 CHF/W_{out}

Sopralluogo:

- **posizione e orientamento:** orizzonte, ombre, meteo particolare.
- **Inclinazione:** Periodo di utilizzo maggiore.
- **Tipo moduli:** a-Si per T elevata o ombre, c-Si per spazio ridotto.
- **Utilizzatori:** reali necessità, uso sporadico - uso frequente – uso costante.

Collegamento di messa a terra

- Consultate le specifiche del regolatore **prima** di ogni collegamento a terra! ... e le norme!
- Una sola (1) messa a terra per tutti i componenti dell'impianto!



- In caso di messa a terra: scaricatore d'entrata.

Fattori di perdita in un impianto

- **E solare \neq E catturata dai moduli:**
ombre, riflessioni, spettro, sporcizia sui moduli, orientamento
- **Distorsione parametri elettrici nominali:**
effetto temp., effetto basso irraggiamento, $P_{effettiva} \neq P_n$, perdite mismatch, guasti
- **Cablaggio:** cavi, morsetti, contatti, diodi serie
- **Ondulatore:** η , guasti
- **Uso improprio**