

Impianti fotovoltaici - guida al dimensionamento

Questa guida nasce con l'intento di introdurre brevemente il lettore all'energia solare e di aiutarlo a dimensionare un piccolo impianto fotovoltaico permettendo quindi di effettuare un primo studio di fattibilità .

Essendo tale documento un aiuto offerto ai clienti di www.elettronicairete.it al fine di poter consentire di individuare il prodotto tale da soddisfare le specifiche esigenze, gli argomenti saranno trattati esclusivamente a tale scopo tralasciando tutto ciò che non risulta rilevante in tal senso. Resta inteso che maggiori approfondimenti saranno necessari per il raggiungimento dello scopo prefissato, sia mediante libri didattici inerenti l'argomento trattato (vedi la sezione DIDATTICA SUL SOLARE di EIR) sia attraverso conoscenze e/o esperienze personali, o tramite altre risorse ed approfondimenti alcuni dei quali riportati in calce

Vuoi passare immediatamente al dimensionamento del tuo impianto?

[CLICCA QUI !](#)

L'Energia Solare

Per energia solare si intende l'energia, termica o elettrica, prodotta sfruttando direttamente l'energia irraggiata dal Sole verso la Terra.

Ogni momento il Sole trasmette sull'orbita terrestre 1,367 Kw/ m² (Kilowatt per m²).

Tenendo conto del fatto che la Terra è una sfera che oltretutto ruota, l'irraggiamento solare medio è, alle latitudini europee di circa 200 watt/m². Moltiplicando questa potenza media per metro quadro per la superficie dell'emisfero terrestre istante per istante esposto al sole si ottiene una potenza maggiore di 50 milioni di Gw. (un Gw è l'energia prodotta a pieno regime da una grande centrale elettrica a gasolio o nucleare che sia).

La quantità di energia solare che arriva sul suolo terrestre è quindi enorme, circa diecimila volte superiore a tutta l'energia usata dall'umanità nel suo complesso, ma poco concentrata, nel senso che è necessario raccogliere energia da aree molto vaste per averne quantità significative, e piuttosto difficile da convertire in energia facilmente sfruttabile con efficienze accettabili.

L'energia solare può essere utilizzata per generare elettricità (fotovoltaico) oppure per generare calore (solare termico). Questa breve guida si concentrerà sul settore fotovoltaico e sulla possibilità di generare ed utilizzare l'energia solare per la produzione di energia elettrica.

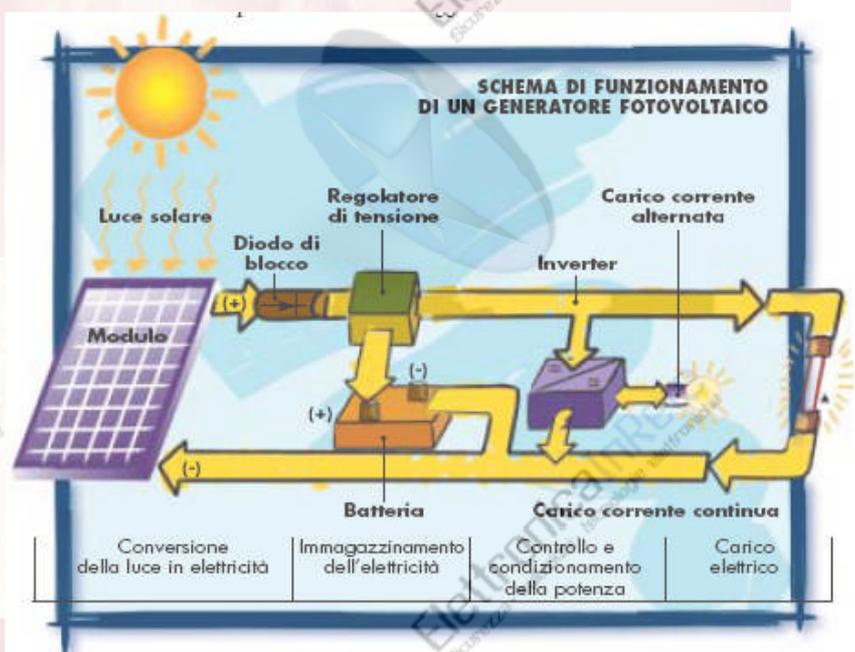
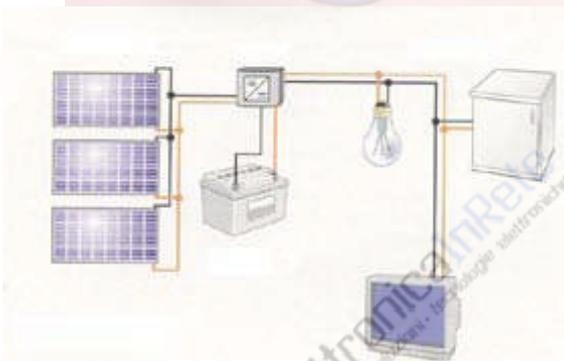
L'energia proveniente dal sole, è dovuta ad un flusso costante di FOTONI che partendo dal sole, giungono in meno di 10 minuti a raggiungere il suolo terrestre con la medesima energia che possedevano appena partiti dal sole. Ovviamente la radiazione solare è dipendente da alcuni fattori come ad esempio le condizioni atmosferiche o la massa di aria che la radiazione deve attraversare prima di raggiungere la terra. La radiazione massima in buone condizioni atmosferiche che a mezzogiorno raggiunge una superficie orizzontale posta a livello del mare, è di 1 Kw/m² ; questo numero viene definito come il massimo irraggiamento possibile a metro quadrato a livello del mare.

Struttura di un impianto fotovoltaico

Gli impianti fotovoltaici (produzione di energia elettrica) necessitano di più componenti per poter fornire elettricità agli utilizzatori (lampadine, radio, Tv ecc ecc.).

Possiamo schematizzare un impianto fotovoltaico, come costituito dai seguenti componenti:

1. Il pannello solare
2. La batteria di accumulo
3. Il regolatore di carica
4. L'inverter



1-Il pannello fotovoltaico

Il pannello fotovoltaico sfrutta le proprietà di particolari elementi semiconduttori per produrre energia elettrica quando sollecitati dalla luce solare. Il materiale più usato per la costruzione dei pannelli solari è il SILICIO che è un elemento molto abbondante in natura. Esistono diverse tipologie di pannelli solari che possono essere catalogati sostanzialmente in pannelli in SILICIO

MONOCRISTALLINO, pannelli in **SILICIO POLICRISTALLINO** e pannelli in **SILICIO AMORFO**. Senza scendere in dettagli costruttivi, potremmo affermare che la principale differenza tra le tre tecniche costruttive consiste nel grado di efficienza derivante dalla capacità di convertire l'energia solare in energia elettrica. Ad esempio un rendimento (efficienza) del 17% vuol dire che una cella solare colpita da una radiazione solare di 1 watt, restituirà 0.17 watt in energia elettrica. Possiamo schematizzare i livelli di efficienza secondo i seguenti parametri:

Pannello solare in silicio	MONOCRISTALLINO	– efficienza del 17% circa
Pannello solare in silicio	POLICRISTALLINO	– efficienza del 13% circa
Pannello solare in silicio	AMORFO	– efficienza del 8% circa

E' da sottolineare che, mentre le prime due tipologie necessitano di luce solare per il buon funzionamento (luce solare diretta e/o anche diffusa), il silicio amorfo nonostante il rendimento molto basso consente il funzionamento con qualsiasi tipo di luce (vengono infatti utilizzati ad esempio per le piccole calcolatrici solari funzionanti anche con luce artificiale).

Fatta questa breve classificazione delle tipologie di pannelli generalmente in commercio, possiamo definire il pannello solare come quel dispositivo che trasforma l'energia solare in energia elettrica e che generalmente produce una tensione di 17 Vcc (Volts in corrente continua per cui una bassa tensione) ed una determinata corrente (visibile dai dati di targa dei pannelli solari). Ovviamente, con le dovute accortezze, i pannelli si possono collegare tra loro in parallelo per ottenere più corrente alla solita tensione, oppure in serie per innalzare la tensione mantenendo la solita corrente. Ad esempio collegando in serie due pannelli identici da 17 Vcc. , si ottiene un generatore da 34 Vcc. con medesima corrente, ma dato che la tensione è raddoppiata sarà doppia anche la potenza ($P=V \times I$). Analogamente collegando in parallelo due pannelli identici da 17 Vcc., si otterrà un generatore con tensione analoga (17 Vcc.) ma con corrente doppia e per cui con potenza doppia.

I dati tecnici del pannello

I pannelli fotovoltaici sono costituiti da un insieme di celle solari e sono caratterizzati da una serie di parametri (definiti per comodità “dati tecnici”) che sono:

NC	= numero di celle base che costituiscono il pannello
Wp	= Potenza massima (Pmax)
V	= Tensione alla massima potenza (Vmax)
Imax	= Corrente alla massima potenza (Imax)
Voc	= Tensione a vuoto
Isc	= Corrente di cortocircuito

Tutti questi dati, forniscono elementi sulle performance del pannello (vedremo più avanti come) e sono dati riferiti a condizioni standard prese come riferimento (STC – standard test condition).

Il Fill Factor

Per qualsiasi pannello solare, un dato FONDAMENTALE, è il **FILL FACTOR** che possiamo considerare formalmente come l'indicatore del rendimento del modulo fotovoltaico.

Senza volerci addentrare in dati puramente tecnici, ma solamente per completezza, definiamo il Fill Factor (FF) come il rapporto tra la potenza massima e la tensione a vuoto per la corrente di corto circuito.

$$\text{FILL FACTOR} \quad \text{FF} = \frac{W_p}{V_{oc} \times I_{sc}}$$

FF	= Fill Factor
Pmax	= Potenza MAX
Voc	= Tensione a vuoto
Isc	= Corrente di cortocircuito

PIU' ALTO E' IL VALORE DEL FF, MIGLIORE E' IL RENDIMENTO DEL PANNELLO.

2-La Batteria

La Batteria ha la funzione di immagazzinare l'energia prodotta dal pannello e di restituirla quando necessaria. Generalmente le batterie utilizzate per i piccoli impianti fotovoltaici sono a 12 Vcc. e ad oggi vengono comunemente utilizzate quelle di tipo al piombo oppure le più moderne batterie al GEL. Le caratteristiche base di una batteria sono le seguenti:

Tensione	Misurata in Volt è generalmente 12 o 24V
Capacità	Si misura in ampere/ora (Ah)
Corrente di spunto	Si misura in ampere (A)
Tipo	Al piombo, GEL ecc ecc.

Per quanto riguarda **la tensione**, nel settore del fotovoltaico le batterie sono praticamente in tutti i casi a 12 Volt. Nel caso di specifiche esigenze a 24 V, è sempre preferibile mettere in serie due batterie da 12, molto più facilmente reperibili ed economiche, che non usare una grossa e introvabile batteria da 24V.

La capacità si esprime come la quantità di ampere/ora (Ah) che la batteria è in grado di fornire. La scarica è considerata in un lasso di tempo che varia tra le 8 e le 10 ore a seconda dei sistemi di riferimento adottati dai vari paesi; lo standard europeo prevede di fornire la capacità delle batterie su un periodo di scarica di 10 ore. Ad esempio, una batteria da 80 Ah potrà fornire 8 A per 10 ore ad una tensione di 12 Volt. Dimensionare questa capacità è fondamentale per il buon funzionamento del nostro piccolo impianto fotovoltaico. Per raddoppiare la capacità di una batteria, sarà necessario posizionarne un'altra (identica) in parallelo.

La corrente di spunto in una batteria è la massima corrente di picco fornibile per un tempo brevissimo, al massimo 5 o 10 secondi, ed in genere utilizzato per avviare i motori. Questa corrente è in genere 6 o 8 volte la corrente di targa della batteria e quindi una batteria da 80 Ah potrà generare una corrente istantanea di circa 480/640 A.

Per quanto riguarda **il tipo di batteria** le più utilizzate sono ormai le batterie al piombo tradizionali o quelle al GEL che comunque differiscono notevolmente anche nel prezzo. Le batterie in elettrolito semi solido (gel), sono le più adatte al settore fotovoltaico in quanto meno sensibili alle scariche anche prolungate. Questi benefici si pagano con un costo che può essere anche di tre volte superiore ad una analoga comune batteria al piombo. Entrambi i tipi di batteria non necessitano di nessun tipo di manutenzione.

3-I giorni di Accumulo

Abbiamo visto che la batteria ha la funzione di accumulare l'energia prodotta dal pannello fotovoltaico. E' presumibile tuttavia che spesso per alcuni giorni non vi sia sole per cui non vi sia sufficiente accumulo di energia. Durante questi periodi la batteria dovrà essere comunque in grado di fornire energia per cui si parla di giorni di accumulo intendendo per quanti giorni la batteria dovrà essere in grado di mantenere l'impianto funzionante anche in assenza di sole.

Esistono dei dati statistici per cui all'anno si stima che i giorni di mancanza sole siano di

7 giorni al SUD

11 giorni al CENTRO

16 giorni al NORD.

Questo dato è fondamentale per il dimensionamento della batteria.

4- Il regolatore di carica

Senza addentrarci troppo nei dettagli, definiamo il regolatore di carica come quel dispositivo che posto tra il pannello solare e la batteria evita che quest'ultima vada in sovraccarica ovvero sia danneggiata da un eccessivo accumulo da parte del pannello solare. Questo dispositivo una volta caricata la batteria, stacca il pannello solare al fine di evitare danneggiamenti alla batteria stessa.

Analogamente il regolatore di carica, posto tra la batteria ed il carico (ovvero gli utilizzatori elettrici) consente di regolare la quantità di energia fornita, agendo in caso di corto circuiti o di batteria scarica per evitare il danneggiamento sia del carico sia della batteria. Per il dimensionamento dei nostri piccoli impianti, sarà necessario solamente concentrarsi sul valore di corrente massima del regolatore. L'unico dato che sarà fondamentale ai ns. scopi è quindi il dato A_{max} del regolatore di carica.

5-L' INVERTER

Questo è l'ultimo componente che dobbiamo conoscere. Prima iniziare il dimensionamento infatti, è necessario fare la lista degli utilizzatori che dovremmo alimentare con il ns. impianto fotovoltaico, e definire se tali utilizzatori saranno da alimentare con la normale tensione di rete a 220 Volts (220Vca – ovvero alta tensione in corrente alternata) oppure a bassa tensione ovvero quella fornita direttamente dal sistema pannello solare – batteria di accumulo (ovvero la classica bassa tensione a 12 Vcc – 12 Volts in corrente continua). Ovviamente esistono vari tipi di inverter, con varie forme d'onda in uscita e con diverse funzionalità ma per questo rimandiamo ad altri documenti di approfondimento. Nel caso in cui si debbano alimentare utilizzatori a 220 Vca, sarà necessario

utilizzare un inverter, che è appunto il dispositivo che consente di tramutare la bassa tensione 12 Vcc in alta tensione 220 Vca (analoga a quella della rete domestica). L'unico dato interessante per il dimensionamento è la potenza dell'inverter che dovrà essere necessariamente commisurata al carico da alimentare.

Il valore ESH

(Equivalent Sun Hours - Ore di sole equivalente)

Cosa sarà mai questo indice?

Molto semplice : il valore ESH (Equivalent Sun Hours – Ore di sole equivalente) indica quanto sole per m² colpisce una superficie piana (il ns. pannello solare) in una determinata zona e in un determinato periodo dell'anno **per pannelli orientati a SUD**.

E' facilmente intuibile che, benché si sia stabilito che la radiazione massima in buone condizioni atmosferiche che a mezzogiorno raggiunge una superficie orizzontale posta a livello del mare, è di 1 Kw/m², tale valore cambierà a seconda se il pannello è posizionato a Catania piuttosto che a Milano e che sarà irraggiato da più sole in Estate che non in Inverno e sarà maggiormente esposto al sole se è in posizione orizzontale che non in posizione verticale.

Bene, questo valore ESH, parametrizza i luoghi, le stagioni e le inclinazioni per permettere di calcolare e dimensionare opportunamente il ns. impianto; il valore ESH in definitiva indica quanti KWh/m² al giorno sono accumulati da una superficie piana in un determinato posto.

Ma dove si trova il valore ESH? Dove si recuperano le tabelle città per città, stagione per stagione?

Dato che a noi interessa poter dimensionare un piccolo impianto, riportiamo dei valori medi annuali nel periodo invernale (ovvero la peggiore condizione), prendendo come riferimento **un pannello orientato a SUD con inclinazione di 20-30° rispetto al piano orizzontale** in modo da garantire un buon margine di sicurezza per tutto il periodo dell'anno.

VALORE MEDIO ESH NORD ITALIA : 3 KWh/ m² al giorno

VALORE MEDIO ESH CENTRO ITALIA : 4 KWh/ m² al giorno

VALORE MEDIO ESH SUD ITALIA : 5 KWh/ m² al giorno

Ovviamente questa è una semplificazione che consente di avere margini di sicurezza elevati di buon funzionamento. **TUTTI GLI ESEMPI SARANNO FATTI CONSIDERANDO VALORI**

MEDI ESH PER PANNELLI ORIENTATI A SUD ED INCLINATI DI 20-30° rispetto al piano orizzontale. Per maggiori dettagli, vi invitiamo a contattare lo staff di

www.elettronicairete.it inviando una mail a info@elettronicairete.it

Il concetto di Energia

Prima di addentrarci sui numeri e calcoli, è bene definire concettualmente come funziona un impianto fotovoltaico e quali sono le principali differenze con l'impianto elettrico domestico.

L'impianto fotovoltaico, FORNISCE ENERGIA.

L'impianto domestico collegato alla rete elettrica FORNISCE POTENZA.

Chiariamo i due concetti :

- In casa abbiamo normalmente un contratto di fornitura con potenza di 3 Kw (Kilowatt). Questo vuol dire che in qualsiasi momento della giornata, noi potremmo utilizzare apparecchi elettrici il cui consumo totale non superi tale potenza altrimenti, come classicamente accade, salterebbe il contatore per limite di potenza superato. Questa potenza massima tuttavia può essere utilizzata anche per 24 ore al giorno.

- Per quanto riguarda l'impianto fotovoltaico invece, si parla di Watt/h (watt all'ora) e quindi ragioniamo in termini di Energia. Ad esempio, se il nostro pannello solare, o meglio il nostro impianto fotovoltaico, avesse una capacità di 300 Wh, vorrà dire che collegando dispositivi che consumano 300 Watt, potranno restare accesi solamente per un'ora. Se invece collegassimo un dispositivo che consuma 30 W, allora resterebbe acceso per 10 ore. Per sintetizzare, **il consumo totale degli utilizzatori** (Potenza totale derivata dalla somma delle singole potenze ad esempio della radiolina + le lampadine + la TV ecc ecc) **moltiplicato per** il numero di ore durante le quali vogliamo utilizzare i dispositivi (**ore di funzionamento**) non dovranno **mai superare la capacità di fornitura di energia del nostro impianto a pannelli solari**. Per chiarire ulteriormente questo importantissimo concetto, possiamo fare un'analogia idraulica. Ammettiamo di avere un recipiente grande che viene riempito di acqua da una sorgente naturale e di avere un rubinetto alla base del recipiente dal quale preleviamo l'acqua da bere. Ora, ammettiamo che il recipiente contenga 100 litri di acqua e che ipoteticamente la sorgente possa fornire 10 litri di acqua al giorno. Se noi prelevassimo dal recipiente 5 litri al giorno, la vasca sarebbe sempre piena a sufficienza per soddisfare la nostra sete perché ogni giorno la sorgente fornirebbe più acqua di quella che noi consumiamo. Se invece la sorgente fornisse 2 litri di acqua al giorno ed il ns. consumo restasse sempre di 5 litri al giorno, ovvero se bevessimo più acqua al giorno di quanta la sorgente ne riuscisse a fornire, logicamente il recipiente si svuoterebbe rapidamente. L'impianto fotovoltaico funziona allo stesso modo. Il recipiente è la batteria di accumulo, la sorgente è il ns. pannello solare e il rubinetto saranno gli utilizzatori elettrici.

Dimensionamento

1 – *Facciamo la lista* di cosa dobbiamo alimentare e per quanto tempo vogliamo utilizzare i dispositivi stessi. Leggiamo sui vari dispositivi quanto consumano, moltiplichiamo ogni consumo per il numero di ore di utilizzo stimate e sommiamo il tutto.

Utilizzatore	Consumo di targa (watt)	ore di utilizzo giornaliere	energia necessaria (Wh)
2 lampadine da 20 W	40	4	160
1 radiolina	20	4	80
1 TV	90	2	180
TOTALE ENERGIA NECESSARIA (Wh)			420

2 – *Stabiliamo in quale regione d'Italia* sarà posizionato l'impianto (NORD – CENTRO – SUD) e calcoliamo che potenza dovrà avere il ns. pannello fotovoltaico. Ad esempio stabiliamo di posizionare l'impianto a Bari (valore ESH medio del sud = 5) e calcoliamo con la seguente formula il valore di picco che dovrà avere il pannello solare.

$$W_p = \frac{Wh}{ESH} \times 1.5$$

W_p = Potenza di picco che dovrà avere il ns. pannello solare (o il ns. insieme di pannelli solari)

Wh = Energia necessaria al giorno

ESH = valore ESH per la zona di installazione

1.5 = costante moltiplicativa che sopperisce alle perdite di rendimento e che compensa il fatto che la potenza di picco dei pannelli è calcolata a 17 Volt e non a 12 Volt.

Nel nostro esempio il pannello dovrà avere una potenza di picco di :

$W_p = (420 \times 1.5) / 5 = 126$ Wh quindi ad esempio potremmo utilizzare 3 pannelli in parallelo da 50 Wh. ($50 \times 3 = 150$ Wh).

3 – Dimensioniamo la batteria trasformando l'energia giornaliera (Wh) in Ah (Ampere/ora) che è l'unità di misura della capacità delle batterie. Essendo l'impianto a 12 Volt, seguiremo la semplice formula

$$\text{Ah} = \frac{\text{Wh}}{12} \times \text{giorni di accumulo}$$

Nel ns. esempio, il risultato sarà $420/12 \times 7 = 245$ A/h ovvero la batteria (o le batterie) dovranno avere capacità di 245 A/h. Sette sono ovviamente i giorni di accumulo medi annui previsti per il SUD Italia.

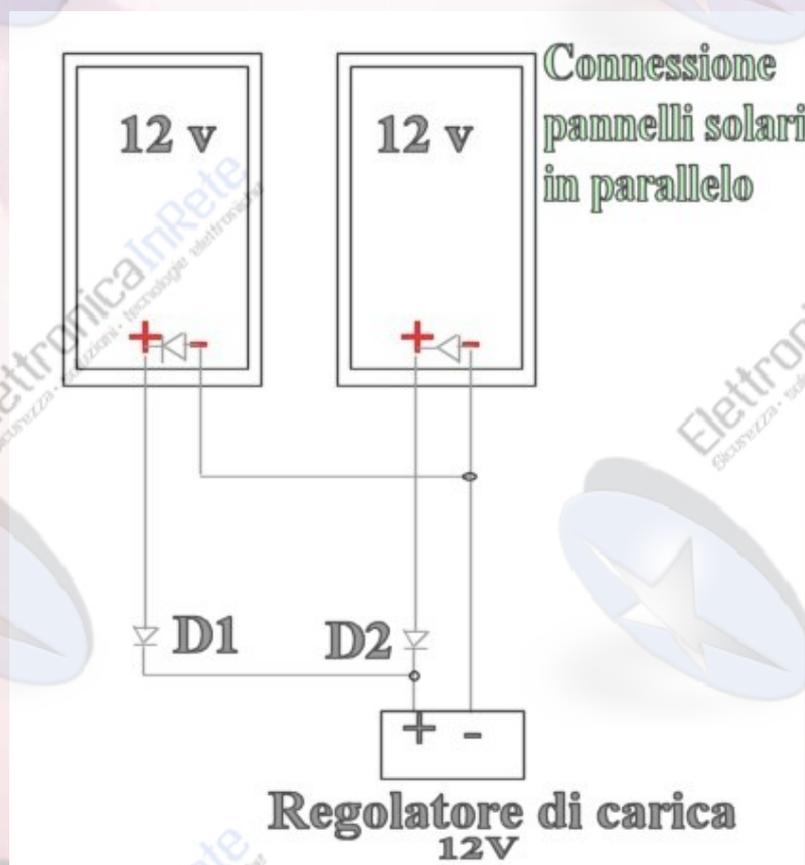
4 – Dimensioniamo il regolatore di carica. Questo dimensionamento è molto semplice da effettuare. La corrente massima del regolatore di carica dovrà essere superiore alla corrente di cortocircuito del pannello (o alla somma delle correnti dei pannelli).

Nel ns. esempio utilizzando tre pannelli da 50 Wh con I_{sc} (corrente di corto circuito) di ciascun pannello pari a 3.55 A, il regolatore di carica dovrà avere una corrente massima superiore a $3.55 \times 3 = 10.65$ A (per sicurezza maggiore di 13-14 Ampere). NOTA : I regolatori di carica a volte devono essere esclusi dall'alimentazione di carichi con forte spunto in partenza (ad esempio frigoriferi, pompe, TV ecc ecc).

5- Resta per ultimo l'inverter. Fatte le dovute semplificazioni, possiamo affermare che l'inverter deve avere una potenza max di almeno 1.2 volte la potenza che dobbiamo fornire ai ns. dispositivi. Nel ns. esempio dovendo fornire energia per 420 Wh, il ns. inverter dovrà essere da almeno 500 Watt. In caso di utilizzatori con grossi spunti (frigoriferi, pompe ecc ecc) sarà opportuno tenere in debita considerazione la corrente di spunto necessaria per l'avvio, aumentando la potenza dell'inverter per poter garantire l'avvio degli stessi utilizzatori.

Collegamento in parallelo di più pannelli

Abbiamo visto come a volte può essere necessario utilizzare più pannelli in parallelo per ottenere l'energia necessaria. Di seguito riportiamo un piccolo schema utile per meglio comprendere la modalità di collegamento. Da notare l'inserimento di due diodi Schottky supplementari D1 e D2 necessari per evitare passaggio di corrente da un pannello all'altro. Generalmente vengono vendute scatole di giunzione comprendenti i due diodi che comunque devono essere di dimensioni tali da sopportare la max corrente fornita dal singolo pannello.



*Questa guida è ripubblicabile
gratuitamente!*

*Questa guida puo' essere liberamente copiata e ripubblicata sul
tuo sito web a patto di non modificare in alcun modo i contenuti,
il layout, il copyright ed i link in essa presenti.*