



CAPITOLO 7

SCELTA DEL TIPO DI REGOLATORE DI CARICA

Il regolatore di carica è quel dispositivo elettronico, fondamentale negli impianti fotovoltaici con accumulo, che si occupa principalmente di:

- regolare correttamente e costantemente la corrente prodotta da pannello fotovoltaico ed inviata alla batteria, al fine di ottimizzare la carica ed il mantenimento dell'accumulatore;
- controllare la tensione di batteria (durante l'utilizzo) al fine di attivare/disattivare la tensione ai morsetti di uscita del regolatore (quelli con il simbolo della lampadina, se presenti), con distacco automatico dei carichi elettrici quando la batteria scende sotto un certo valore di tensione. Per alcuni modelli di regolatori di carica è anche possibile programmare il valore della tensione di stacco, nonché attivare accensioni programmate con funzioni crepuscolari e a tempo (in generale, le batterie non devono mai scaricarsi oltre una certa soglia di tensione minima, altrimenti si rovinano e durano pochi anni),
- permettere la verifica visiva (in tempo reale) del funzionamento del/dei pannelli e dello stato di carica della batteria, tramite indicatori luminosi a LED, oppure per alcuni modelli di regolatore, visualizzando i principali parametri elettrici dell'impianto (corrente/tensione fornita dal pannello, corrente assorbita dai carichi elettrici, tensione/stato di carica della batteria, ecc.), direttamente tramite display alfanumerico multifunzione (a seconda dei modelli di regolatore, il display può essere incorporato nell'apparecchio o collegabile esternamente tramite un apposito cavetto).



(esempi di regolatori di carica in commercio)

I regolatori di carica si suddividono in due tipologie, a seconda della tecnologia di carica utilizzata:

- **PWM** (è l'acronimo di: **Pulse Width Modulation**)

Questi regolatori di carica sono i più diffusi anche per il fatto che la loro tecnologia costruttiva permette di avere dei costi produttivi minori rispetto ai modelli MPPT. Il regolatore di carica PWM trasferisce l'energia dai moduli fotovoltaici alle batterie tramite impulsi di corrente. Durante questi impulsi la tensione dei moduli fotovoltaici viene portata alla tensione di batteria, per questo motivo il valore di tensione può essere minore rispetto al valore di tensione di massima potenza (V_{mp}) del modulo fotovoltaico. Con questo tipo di regolatori di carica non è possibile utilizzare dei pannelli a 24Volt per caricare batterie a 12Volt;

- **MPPT** (è l'acronimo di: **Maximum Power Point Tracking**).

Questi particolari regolatori di carica sono in grado di gestire e sfruttare costantemente il punto di massima potenza erogata dal pannello fotovoltaico, in base all'irraggiamento solare a cui è sottoposto.

I principali vantaggi della tecnologia MPPT sono:

(-) Maggior corrente disponibile per la ricarica della batteria:

i regolatori MPPT sono infatti in grado di utilizzare tutta la potenza (Watt) generata dal pannello fotovoltaico per caricare la batteria, a differenza invece dei regolatori tradizionali PWM che sfruttano soltanto la corrente (Ampere) generata dal pannello per ricaricare la batteria.

Per comprendere meglio questo concetto, occorre innanzitutto specificare che la potenza (Watt) erogata da un pannello è il risultato della seguente formula matematica:

$$(\text{Watt} = A \times V)$$

dove (A) è la corrente erogata dal pannello e (V) la tensione generata dal pannello.

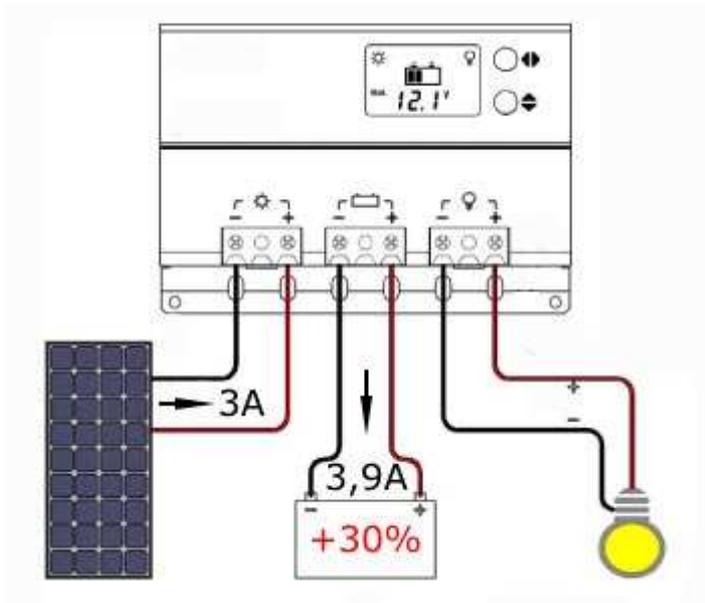
La tensione di lavoro generata da un pannello fotovoltaico (specifico per impianti "ad isola") è tipicamente intorno ai 16-18Volt (e *non* 12Volt come la tensione di batteria). Questo "surplus" di tensione (V) non viene considerato nei regolatori di carica tradizionali (a tecnologia PWM), mentre nei regolatori **MPPT** tutta la tensione generata dal pannello viene utilizzata al fine di aumentare l'energia disponibile per la carica della batteria.

Ad esempio:

se la corrente generata da un pannello fotovoltaico durante una certa condizione d'irraggiamento solare è 3 Ampere, con un regolatore PWM tradizionale la corrente che viene trasferita alla batteria per la ricarica è anch'essa pari a circa 3Ampere. Mentre, utilizzando un regolatore **MPPT** si riesce a sfruttare tutta la potenza generata dal pannello (come sopra illustrato nella formula matematica $W = A \times V$), utilizzando anche il valore della tensione fornita dal pannello per la carica della batteria.

Pertanto, supponendo che la tensione generata del pannello sia in quel momento di 17Volt, la potenza erogata dal pannello sarà di $17V \times 3A = 51\text{Watt}$.

Quindi, se la tensione di batteria è 13Volt e la potenza fornita dal pannello in quell'istante è di 51Watt, la corrente che verrà inviata alla batteria per la carica sarà di ben 3,9 Ampere (51W del pannello diviso i 13Volt della batteria $A=W/V$).



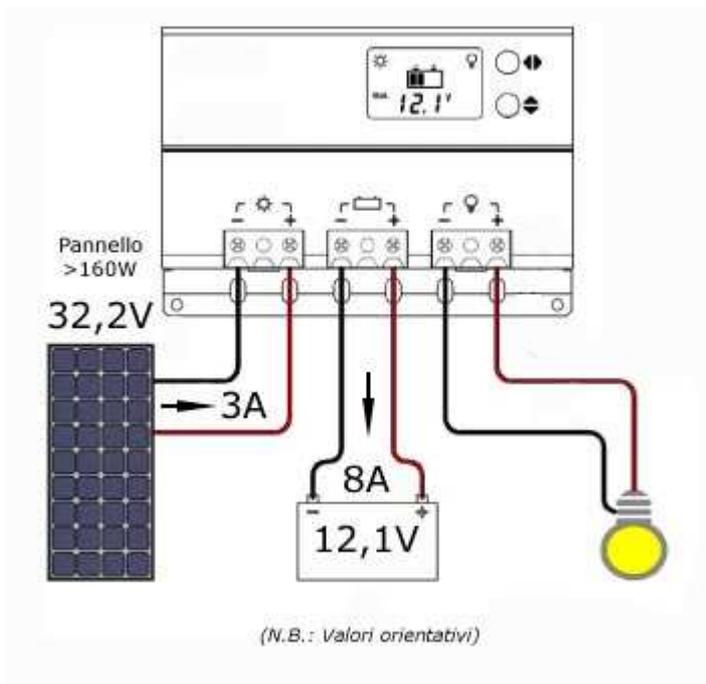
Si nota così che la batteria sarà caricata, grazie al regolatore con tecnologia **MPPT**, con una corrente di 3,9A, anziché soltanto con i 3A che sarebbero stati utilizzati dal regolatore tradizionale **PWM**. Quindi la ricarica della batteria sarà effettuata con una corrente maggiore del 30%, a parità di pannello e di corrente erogata da questo.

In pratica è come se utilizzassimo un pannello da 130W anziché uno da 100W, quindi il costo d'acquisto di un regolatore MPPT (attualmente maggiore rispetto ai regolatori PWM), viene comunque compensato dal risparmio sul costo d'acquisto del pannello.

(-) **Ampio range di tensione accettata in ingresso** (fino a 150V, a secondo dei modelli). Questa caratteristica del regolatore MPPT è molto utile, ad esempio, per dare la possibilità di caricare senza perdite di potenza una batteria a 12V, utilizzando un pannello fotovoltaico progettato per lavorare a 24V, oppure per utilizzare dei moduli fotovoltaici di tipo C.I.S. o Amorfi che hanno delle tensioni di lavoro più alte rispetto ai pannelli mono/policristallini.

Infatti, ipotizzando di collegare un pannello progettato per lavorare a 24V (come ad esempio quelli di potenza 250/300Watt), che hanno quindi valori di tensione nell'ordine di 32-36V, ecco come si comporta il regolatore MPPT (così come per l'esempio riportato sopra), con una corrente di 3A fornita dal pannello:

- la potenza erogata dal pannello sarà in questo caso di: $32,2V \times 3A = 96,6W$
- la corrente di carica della batteria (ad esempio con un valore di tensione di 12V della batteria) sarà di: $96,6W / 12V = 8A$



Notiamo così come con una corrente di 3A prodotta da un pannello fotovoltaico a 34V riusciamo a caricare una batteria a 12V con una corrente di ben 8A, grazie al regolatore MPPT.

Un regolatore tradizionale PWM non avrebbe mai potuto effettuare questo "aumento di corrente", limitandosi a trasferire soltanto i 3A generati dal pannello (che si sarebbe quindi comportato come un pannello di metà potenza).

Anche in questo caso il maggior costo del regolatore MPPT (rispetto ai modelli PWM), viene compensato dal fatto che un pannello da 250W (a 24V), costa sicuramente meno di 2 pannelli da 120W (a 12V), garantendo inoltre una maggiore corrente disponibile per la carica della batteria.